

Normas de seguridad del OIEA

para la protección de las personas y el medio ambiente

Disposiciones para la finalización de una emergencia nuclear o radiológica

Patrocinada conjuntamente por la AEN de la OCDE, la FAO, la INTERPOL, la OACI, la OCAH, el OIEA, la OIT, la OMI, la OMM y la OMS



NEA

NUCLEAR ENERGY AGENCY



INTERPOL



OCHA



IAEA



IMO

INTERNATIONAL
MARITIME
ORGANIZATION



WORLD
METEOROLOGICAL
ORGANIZATION



WHO

Guía de seguridad

Nº GSG-11



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA Y PUBLICACIONES CONEXAS

NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Con arreglo a lo dispuesto en el artículo III de su Estatuto, el OIEA está autorizado a establecer o adoptar normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad, y a disponer lo necesario para aplicar esas normas.

Las publicaciones mediante las cuales el OIEA establece las normas pertenecen a la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*. Esta colección abarca la seguridad nuclear, radiológica, del transporte y de los desechos. La colección comprende las siguientes categorías: **Nociones Fundamentales de Seguridad, Requisitos de Seguridad y Guías de Seguridad**.

Para obtener información sobre el programa de normas de seguridad del OIEA puede consultarse el sitio del OIEA:

<http://www-ns.iaea.org/standards/>

En este sitio se encuentran los textos en inglés de las normas de seguridad publicadas y de los proyectos de normas. También figuran los textos de las normas de seguridad publicados en árabe, chino, español, francés y ruso, el *Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA* y un informe de situación sobre las normas de seguridad que están en proceso de elaboración. Para más información se ruega ponerse en contacto con el OIEA en la dirección: Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Viena, Austria.

Se invita a los usuarios de las normas de seguridad del OIEA a informar al Organismo sobre su experiencia en la utilización de las normas (por ejemplo, si se han utilizado como base de los reglamentos nacionales, para realizar exámenes de la seguridad o para impartir cursos de capacitación), con el fin de asegurar que sigan satisfaciendo las necesidades de los usuarios. Se puede hacer llegar la información a través del sitio del OIEA o por correo postal a la dirección anteriormente señalada, o por correo electrónico a la dirección: Official.Mail@iaea.org.

PUBLICACIONES CONEXAS

El OIEA facilita la aplicación de las normas y, con arreglo a las disposiciones de los artículos III y VIII.C de su Estatuto, pone a disposición información relacionada con las actividades nucleares pacíficas, fomenta su intercambio y sirve de intermediario para ello entre sus Estados Miembros.

Los informes sobre seguridad en las actividades nucleares se publican como **Informes de Seguridad**, en los que se ofrecen ejemplos prácticos y métodos detallados que se pueden utilizar en apoyo de las normas de seguridad.

Existen asimismo otras publicaciones del OIEA relacionadas con la seguridad, como las relativas a la **preparación y respuesta para casos de emergencia**, los **informes sobre evaluación radiológica**, los **informes del INSAG** (Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear), los **informes técnicos y los documentos TECDOC**. El OIEA publica asimismo informes sobre accidentes radiológicos, manuales de capacitación y manuales prácticos, así como otras obras especiales relacionadas con la seguridad.

Las publicaciones relacionadas con la seguridad física aparecen en la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*.

La *Colección de Energía Nuclear del OIEA* comprende publicaciones de carácter informativo destinadas a fomentar y facilitar la investigación, el desarrollo y la aplicación práctica de la energía nuclear con fines pacíficos. Incluye informes y guías sobre la situación y los adelantos de las tecnologías, así como experiencias, buenas prácticas y ejemplos prácticos en relación con la energía nucleoelectrónica, el ciclo del combustible nuclear, la gestión de desechos radiactivos y la clausura.

Seguridad mediante las normas internacionales

**ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA**

ISBN 978-92-0-301619-3

ISSN 1020-5837

DISPOSICIONES PARA LA
FINALIZACIÓN DE UNA
EMERGENCIA NUCLEAR
O RADIOLÓGICA

COLECCIÓN DE
NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA N° GSG-11

DISPOSICIONES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA NUCLEAR O RADIOLÓGICA

GUÍA DE SEGURIDAD GENERAL

PATROCINADA CONJUNTAMENTE POR

AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE
ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA
ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

INTERPOL

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL
OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS
DE LAS NACIONES UNIDAS

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO

ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2020

DERECHOS DE AUTOR

Todas las publicaciones científicas y técnicas del OIEA están protegidas en virtud de la Convención Universal sobre Derecho de Autor aprobada en 1952 (Berna) y revisada en 1972 (París). Desde entonces, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Ginebra) ha ampliado la cobertura de los derechos de autor, que ahora incluyen la propiedad intelectual de obras electrónicas y virtuales. Para la utilización de textos completos, o parte de ellos, que figuren en publicaciones del OIEA, impresas o en formato electrónico, deberá obtenerse la correspondiente autorización y, por lo general, dicha utilización estará sujeta a un acuerdo de pago de regalías. Se aceptan propuestas relativas a la reproducción y traducción sin fines comerciales, que se examinarán individualmente. Las solicitudes de información deben dirigirse a la Sección Editorial del OIEA:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta
Sección Editorial
Organismo Internacional de Energía Atómica
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Viena, Austria
fax: +43 1 26007 22529
tel.: +43 1 2600 22417
correo electrónico: sales.publications@iaea.org
www.iaea.org/publications

© OIEA, 2020

Impreso por el OIEA en Austria
Diciembre de 2020
STI/PUB/1796

DISPOSICIONES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA
EMERGENCIA NUCLEAR O RADIOLÓGICA
OIEA, VIENA, 2020
STI/PUB/1796
ISBN 978-92-0-01619-3
ISSN 1020-5837

PRÓLOGO

El OIEA está autorizado por su Estatuto a “establecer o adoptar [...] normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad” —normas que el OIEA debe utilizar en sus propias operaciones y que los Estados pueden aplicar mediante sus disposiciones de reglamentación de la seguridad nuclear y radiológica—. A esos efectos, el OIEA consulta con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados pertinentes. Un amplio conjunto de normas de alta calidad revisadas periódicamente es un elemento clave de un régimen de seguridad mundial estable y sostenible, como también lo es la asistencia del OIEA en la aplicación de esas normas.

El OIEA inició su programa de normas de seguridad en 1958. El énfasis puesto en su calidad, idoneidad y mejora continua ha redundado en el uso generalizado de las normas del OIEA en todo el mundo. La *Colección de Normas de Seguridad* incluye ahora principios fundamentales de seguridad unificados, que representan un consenso internacional acerca de lo que debe constituir un alto grado de protección y seguridad. Con el firme apoyo de la Comisión sobre Normas de Seguridad, el OIEA se esfuerza por promover la aceptación y el uso a escala mundial de sus normas.

Las normas solo son eficaces si se aplican adecuadamente en la práctica. Los servicios de seguridad del OIEA abarcan el diseño, la selección de emplazamientos y la seguridad técnica, la seguridad operacional, la seguridad radiológica, la seguridad en el transporte de materiales radiactivos y la seguridad en la gestión de los desechos radiactivos, así como la organización a nivel gubernamental, las cuestiones relacionadas con reglamentación y la cultura de la seguridad en las organizaciones. Estos servicios de seguridad prestan asistencia a los Estados Miembros en la aplicación de las normas y posibilitan el intercambio de experiencias y conocimientos valiosos.

La reglamentación de la seguridad es una responsabilidad nacional y muchos Estados han decidido adoptar las normas del OIEA para incorporarlas en sus reglamentos nacionales. Para las partes en las diversas convenciones internacionales sobre seguridad, las normas del OIEA son un medio coherente y fiable de asegurar el cumplimiento eficaz de las obligaciones emanadas de esas convenciones. Los órganos reguladores y los explotadores de todo el mundo también aplican las normas para mejorar la seguridad en la generación de energía nucleoelectrónica y en las aplicaciones de la energía nuclear en la medicina, la industria, la agricultura y la investigación.

La seguridad no es un fin en sí misma, sino un requisito indispensable para la protección de las personas de todos los Estados y del medio ambiente, ahora y en el futuro. Los riesgos relacionados con la radiación ionizante deben evaluarse

y controlarse sin restringir indebidamente la contribución de la energía nuclear al desarrollo equitativo y sostenible. Los Gobiernos, los órganos reguladores y los explotadores de todo el mundo deben velar por que los materiales nucleares y las fuentes de radiación se utilicen con fines beneficiosos y de manera segura y ética. Las normas de seguridad del OIEA están concebidas para facilitar esa tarea, y aliento a todos los Estados Miembros a hacer uso de ellas.

PREFACIO

En marzo de 2015, la Junta de Gobernadores del OIEA aprobó una publicación de la categoría Requisitos de Seguridad titulada *Preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 7)*, patrocinada conjuntamente por 13 organizaciones internacionales. En ella se exponen los requisitos que deben cumplirse para contar con una adecuada preparación y respuesta ante una emergencia nuclear o radiológica, sea cual sea la causa que la desencadene. La Conferencia General del OIEA, en la resolución GC(60)/RES/9, alentó a los Estados Miembros a que tomaran en consideración “la publicación aparecida recientemente en la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 7* sobre preparación y respuesta a emergencias nucleares o radiológicas en el contexto de sus disposiciones sobre emergencias nucleares o radiológicas.” En la Conferencia Internacional sobre Preparación y Respuesta para Casos de Emergencia a Escala Mundial, celebrada en octubre de 2015, se reconocieron las dificultades y los problemas que generaba la “falta de orientaciones sobre la finalización de una emergencia nuclear o radiológica y la transición a la recuperación”, y se recomendó al OIEA que “siguiera elaborando orientaciones sobre la finalización de una emergencia nuclear o radiológica y la transición a la recuperación, con inclusión de indicaciones sobre la adaptación o el levantamiento de las medidas protectoras”.

La Convención sobre la Pronta Notificación de Accidentes Nucleares y la Convención sobre Asistencia en Caso de Accidente Nuclear o Emergencia Radiológica (‘la Convención sobre Asistencia’), *Colección Jurídica del OIEA N° 14*, aprobadas en 1986, imponen obligaciones específicas a los Estados Parte y al OIEA. En virtud del artículo 5 a) ii) de la Convención sobre Asistencia, una de las funciones del OIEA es “acopiar y difundir entre los Estados Parte y los Estados Miembros información acerca de: ... las metodologías, las técnicas y los resultados de investigación disponibles en materia de respuesta a accidentes nucleares o emergencias radiológicas”.

La presente Guía de Seguridad tiene por objeto prestar asistencia a los Estados Miembros en la aplicación de la publicación GSR Part 7 y de la publicación N° GSR Part 3 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulada *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad*, y contribuir así al cumplimiento de las obligaciones del OIEA en virtud de la Convención sobre Asistencia. Esta Guía de Seguridad ofrece orientaciones y recomendaciones sobre las disposiciones necesarias para la finalización de una emergencia nuclear o radiológica y la transición subsiguiente de la situación de exposición de emergencia a una situación de exposición ya sea existente o planificada. También expone en detalle

los requisitos que deben cumplirse para que las autoridades puedan declarar oficialmente finalizada la emergencia, y ofrece orientaciones sobre la adaptación o el levantamiento de las medidas protectoras.

Esta Guía de Seguridad está patrocinada conjuntamente por la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE (AEN de la OCDE), la INTERPOL, la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCAH), la Oficina Internacional del Trabajo (OIT), el OIEA, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Marítima Internacional (OMI), la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

ANTECEDENTES

La radiactividad es un fenómeno natural y las fuentes naturales de radiación son una característica del medio ambiente. Las radiaciones y las sustancias radiactivas tienen muchas aplicaciones beneficiosas, que van desde la generación de electricidad hasta los usos en la medicina, la industria y la agricultura. Los riesgos radiológicos que estas aplicaciones pueden entrañar para los trabajadores y el público y para el medio ambiente deben evaluarse y, de ser necesario, controlarse.

Para ello es preciso que actividades tales como los usos de la radiación con fines médicos, la explotación de instalaciones nucleares, la producción, el transporte y la utilización de material radiactivo y la gestión de los desechos radiactivos estén sujetas a normas de seguridad.

La reglamentación relativa a la seguridad es una responsabilidad nacional. Sin embargo, los riesgos radiológicos pueden trascender las fronteras nacionales, y la cooperación internacional ayuda a promover y aumentar la seguridad en todo el mundo mediante el intercambio de experiencias y el mejoramiento de la capacidad para controlar los peligros, prevenir los accidentes, responder a las emergencias y mitigar las consecuencias nocivas.

Los Estados tienen una obligación de diligencia, y deben cumplir sus compromisos y obligaciones nacionales e internacionales.

Las normas internacionales de seguridad ayudan a los Estados a cumplir sus obligaciones dimanantes de los principios generales del derecho internacional, como las que se relacionan con la protección del medio ambiente. Las normas internacionales de seguridad también promueven y afirman la confianza en la seguridad, y facilitan el comercio y los intercambios internacionales.

Existe un régimen mundial de seguridad nuclear que es objeto de mejora continua. Las normas de seguridad del OIEA, que apoyan la aplicación de instrumentos internacionales vinculantes y la creación de infraestructuras nacionales de seguridad, son una piedra angular de este régimen mundial. Las normas de seguridad del OIEA constituyen un instrumento útil para las partes contratantes en la evaluación de su desempeño en virtud de esas convenciones internacionales.

LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Las normas de seguridad del OIEA se basan en el Estatuto de este, que autoriza al OIEA a establecer o adoptar, en consulta y, cuando proceda, en

colaboración con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados interesados, normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad, y proveer a la aplicación de estas normas.

Con miras a garantizar la protección de las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante, las normas de seguridad del OIEA establecen principios fundamentales de seguridad, requisitos y medidas para controlar la exposición de las personas a las radiaciones y la emisión de materiales radiactivos al medio ambiente, reducir la probabilidad de sucesos que puedan dar lugar a una pérdida de control sobre el núcleo de un reactor nuclear, una reacción nuclear en cadena, una fuente radiactiva o cualquier otra fuente de radiación, y mitigar las consecuencias de esos sucesos si se producen. Las normas se aplican a instalaciones y actividades que dan lugar a riesgos radiológicos, comprendidas las instalaciones nucleares, el uso de la radiación y de las fuentes radiactivas, el transporte de materiales radiactivos y la gestión de los desechos radiactivos.

Las medidas de seguridad tecnológica y las medidas de seguridad física¹ tienen en común la finalidad de proteger la vida y la salud humanas y el medio ambiente. Las medidas de seguridad tecnológica y de seguridad física deben diseñarse y aplicarse en forma integrada, de modo que las medidas de seguridad física no comprometan la seguridad tecnológica y las medidas de seguridad tecnológica no comprometan la seguridad física.

Las normas de seguridad del OIEA reflejan un consenso internacional con respecto a lo que constituye un alto grado de seguridad para proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. Las normas se publican en la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, que comprende tres categorías (véase la Fig. 1).

Nociones Fundamentales de Seguridad

Las Nociones Fundamentales de Seguridad presentan los objetivos y principios fundamentales de protección y seguridad, y constituyen la base de los requisitos de seguridad.

Requisitos de Seguridad

Un conjunto integrado y coherente de requisitos de seguridad establece los requisitos que se han de cumplir para garantizar la protección de las personas y el medio ambiente, tanto en el presente como en el futuro. Los requisitos se rigen por los objetivos y principios de las Nociones Fundamentales de Seguridad. Si los

¹ Véanse también las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*.



Fig. 1. Estructura a largo plazo de la Colección de Normas de Seguridad del OIEA.

requisitos no se cumplen, deben adoptarse medidas para alcanzar o restablecer el grado de seguridad requerido. El formato y el estilo de los requisitos facilitan su uso para establecer, de forma armonizada, un marco nacional de reglamentación. En los requisitos de seguridad se emplean formas verbales imperativas, junto con las condiciones conexas que deben cumplirse. Muchos de los requisitos no se dirigen a una parte en particular, lo que significa que incumbe cumplirlos a las partes que corresponda.

Guías de Seguridad

Las guías de seguridad ofrecen recomendaciones y orientación sobre cómo cumplir los requisitos de seguridad, lo que indica un consenso internacional en el sentido de que es necesario adoptar las medidas recomendadas (u otras medidas equivalentes). Las guías de seguridad contienen ejemplos de buenas prácticas internacionales y dan cuenta cada vez más de las mejores prácticas que existen para ayudar a los usuarios que tratan de alcanzar altos grados de seguridad. En la formulación de las recomendaciones de las guías de seguridad se emplean formas verbales condicionales.

APLICACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Los principales usuarios de las normas de seguridad en los Estados Miembros del OIEA son órganos reguladores y otras autoridades nacionales competentes. También hacen uso de las normas de seguridad del OIEA organizaciones copatrocinadoras y muchas organizaciones que diseñan, construyen y explotan instalaciones nucleares, así como organizaciones en las que se usan radiaciones o fuentes radiactivas.

Las normas de seguridad del OIEA se aplican, según el caso, a lo largo de toda la vida de todas las instalaciones y actividades —existentes y nuevas— que tienen fines pacíficos, y a las medidas protectoras destinadas a reducir los riesgos existentes en relación con las radiaciones. Los Estados también pueden usarlas como referencia para sus reglamentos nacionales relativos a instalaciones y actividades.

De conformidad con el Estatuto del OIEA, las normas de seguridad tienen carácter vinculante para el OIEA en relación con sus propias operaciones, así como para los Estados en relación con las operaciones realizadas con la asistencia del OIEA.

Las normas de seguridad del OIEA también constituyen la base de los servicios de examen de la seguridad que este brinda; el OIEA recurre a esos servicios en apoyo de la creación de capacidad, incluida la elaboración de planes de enseñanza y la creación de cursos de capacitación.

Los convenios internacionales contienen requisitos similares a los que figuran en las normas de seguridad del OIEA y tienen carácter vinculante para las partes contratantes. Las normas de seguridad del OIEA, complementadas por convenios internacionales, normas de la industria y requisitos nacionales detallados, forman una base coherente para la protección de las personas y el medio ambiente. Existen también algunos aspectos de la seguridad especiales que se deben evaluar a nivel nacional. Por ejemplo, muchas de las normas de seguridad del OIEA, en particular las que tratan aspectos relativos a la seguridad en la planificación o el diseño, se conciben con el fin de aplicarlas principalmente a nuevas instalaciones y actividades. Es posible que algunas instalaciones existentes construidas conforme a normas anteriores no cumplan plenamente los requisitos especificados en las normas de seguridad del OIEA. Corresponde a cada Estado decidir el modo en que deberán aplicarse las normas de seguridad del OIEA a esas instalaciones.

Las consideraciones científicas en las que descansan las normas de seguridad del OIEA proporcionan una base objetiva para la adopción de decisiones acerca de la seguridad; sin embargo, las instancias decisorias deben también formarse opiniones fundamentadas y determinar la mejor manera de equilibrar los beneficios

de una medida o actividad con los riesgos radiológicos conexos y cualquier otro efecto perjudicial a que pueda dar lugar esa medida o actividad.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

En la elaboración y el examen de las normas de seguridad participan la Secretaría del OIEA y cinco comités de normas de seguridad, que se ocupan de la preparación y respuesta para casos de emergencia (EPreSC) (a partir de 2016), la seguridad nuclear (NUSSC), la seguridad radiológica (RASSC), la seguridad de los desechos radiactivos (WASSC) y el transporte seguro de materiales radiactivos (TRANSSC), así como la Comisión sobre Normas de Seguridad (CSS), que supervisa el programa de normas de seguridad del OIEA (véase la Fig. 2).

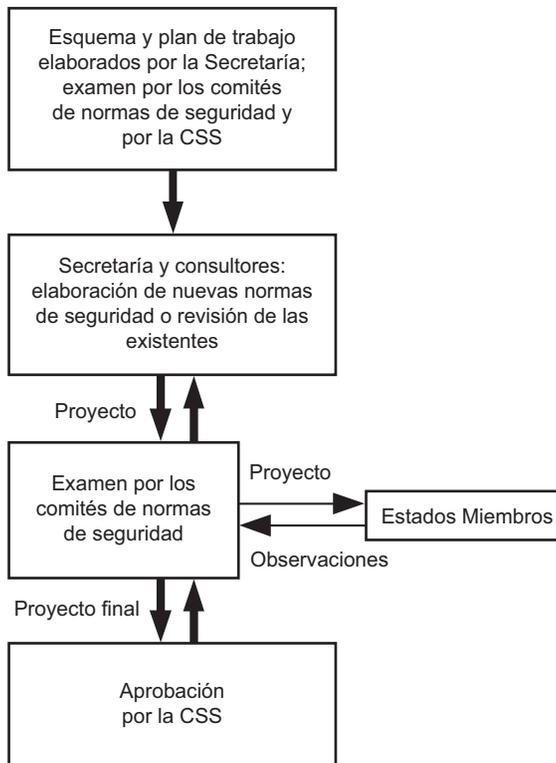


Fig. 2. Proceso de elaboración de una nueva norma de seguridad o de revisión de una norma existente.

Todos los Estados Miembros del OIEA pueden designar expertos para que participen en los comités de normas de seguridad y formular observaciones sobre los proyectos de normas. Los miembros de la Comisión sobre Normas de Seguridad son designados por el Director General y figuran entre ellos altos funcionarios gubernamentales encargados del establecimiento de normas nacionales.

Se ha creado un sistema de gestión para los procesos de planificación, desarrollo, examen, revisión y establecimiento de normas de seguridad del OIEA. Ese sistema articula el mandato del OIEA, la visión relativa a la futura aplicación de las normas de seguridad, las políticas y las estrategias, y las correspondientes funciones y responsabilidades.

INTERACCIÓN CON OTRAS ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

En la elaboración de las normas de seguridad del OIEA se tienen en cuenta las conclusiones del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) y las recomendaciones de órganos internacionales de expertos, en particular la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). Algunas normas de seguridad se elaboran en cooperación con otros órganos del sistema de las Naciones Unidas u otros organismos especializados, entre ellos la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Organización Internacional del Trabajo, la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE, la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud.

INTERPRETACIÓN DEL TEXTO

Los términos relacionados con la seguridad se interpretarán como se definen en el *Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA* (véase la dirección <http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/glossary/safety-glossary-spanish.pdf>). En el caso de las Guías de Seguridad, el texto en inglés es la versión autorizada.

En la Introducción que figura en la sección 1 de cada publicación se presentan los antecedentes y el contexto de cada norma de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, así como sus objetivos, alcance y estructura.

Todo el material para el cual no existe un lugar adecuado en el cuerpo del texto (por ejemplo, información de carácter complementario o independiente del texto principal, que se incluye en apoyo de declaraciones que figuran en el texto principal, o que describe métodos de cálculo, procedimientos o límites y condiciones) puede presentarse en apéndices o anexos.

Cuando figuran en la publicación, los apéndices se consideran parte integrante de la norma de seguridad. El material que figura en un apéndice tiene el mismo valor que el texto principal y el OIEA asume su autoría. Los anexos y notas de pie de página del texto principal, en su caso, se utilizan para proporcionar ejemplos prácticos o información o explicaciones adicionales. Los anexos y notas de pie de página no son parte integrante del texto principal. La información publicada por el OIEA en forma de anexos no es necesariamente de su autoría; la información que corresponda a otros autores podrá presentarse en forma de anexos. La información procedente de otras fuentes que se presenta en los anexos ha sido extraída y adaptada para que sea de utilidad general.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
	Antecedentes (1.1–1.5)	1
	Objetivo (1.6–1.8)	4
	Ámbito de aplicación (1.9–1.18).....	5
	Estructura (1.19)	8
2.	FASES DE UNA EMERGENCIA NUCLEAR O RADIOLÓGICA	9
	Consideraciones generales (2.1–2.5).....	9
	Fase de respuesta a la emergencia (2.6–2.10)	10
	Fase de transición (2.11–2.14).....	13
3.	OBJETIVO PRINCIPAL DE LA FINALIZACIÓN DE LA EMERGENCIA Y REQUISITOS CORRESPONDIENTES	17
	Consideraciones generales (3.1–3.4).....	17
	Objetivo principal (3.5)	18
	Requisitos generales (3.6–3.18).....	19
	Requisitos específicos (3.19–3.22)	22
	Plazos para la finalización de una emergencia (3.23–3.24)	
4.	DISPOSICIONES PARA LA FASE DE TRANSICIÓN.....	25
	Consideraciones generales (4.1)	25
	Atribuciones, responsabilidades y dirección de los trabajos (4.2–4.15)	26
	Evaluación de los peligros (4.16–4.20).....	30
	Protección del público (4.21–4.101)	33
	Protección de los trabajadores de emergencias y de los ayudantes en la emergencia (4.102–4.141)	56
	Caracterización de la situación de exposición (4.142–4.157).....	68
	Seguimiento médico y apoyo psicosocial y de salud mental (4.158–4.178)	73
	Gestión de los desechos (4.179–4.196).....	78
	Consulta con el público y otras partes interesadas (4.197–4.207)....	84
	Indemnización de las víctimas por los daños y perjuicios (4.208–4.212).....	88

Infraestructura (4.213–4.223)	89
APÉNDICE: CONSIDERACIONES SOBRE LA ADAPTACIÓN O EL LEVANTAMIENTO DE LAS MEDIDAS PROTECTORAS Y OTRAS MEDIDAS DE RESPUESTA.....	93
REFERENCIAS	103
ANEXO I: ESTUDIOS DE CASOS.....	109
ANEXO II: FACTORES QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA EN LA JUSTIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN	197
COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y LA REVISIÓN	203

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. A tenor del artículo 5 a) ii) de la Convención sobre Asistencia en Caso de Accidente Nuclear o Emergencia Radiológica [1], una de las funciones del OIEA es “acopiar y difundir entre los Estados Parte y los Estados Miembros información acerca de: ... las metodologías, las técnicas y los resultados de investigación disponibles en materia de respuesta a accidentes nucleares o emergencias radiológicas”.

1.2. En marzo de 2015, la Junta de Gobernadores del OIEA aprobó una publicación de la categoría Requisitos de Seguridad titulada *Preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 7)* [2], patrocinada conjuntamente por 13 organizaciones internacionales. En ella se establecen los requisitos para contar con un nivel adecuado de preparación y respuesta ante una emergencia nuclear o radiológica, sea cual sea la causa que la desencadene. La publicación GSR Part 7 [2] es una versión revisada y actualizada del volumen N° GS-R-2 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*¹.

1.3. Con arreglo al requisito 18 de la publicación GSR Part 7 [2], el gobierno debe asegurarse de que existan y se apliquen disposiciones “**para poner fin a una emergencia nuclear o radiológica, teniendo en cuenta la necesidad de que se reanude la actividad social y económica.**” La mayoría de los Estados han prestado particular atención a establecer una adecuada preparación para responder eficazmente en caso de emergencia nuclear o radiológica y proteger la vida humana, la salud, los bienes y el medio ambiente en una fase temprana de la respuesta. En cambio, se ha prestado menos atención a prevenir, desde la etapa de la preparación, las disposiciones prácticas para afrontar los retos

¹ AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, *Preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GS-R-2*, OIEA, Viena (2004).

de la finalización de una emergencia y la transición a la ‘nueva normalidad’². La experiencia del pasado ha demostrado la importancia de estar preparado para estos retos. A fin de ayudar a los Estados Miembros en esta tarea, la presente Guía de Seguridad ofrece orientaciones y recomendaciones sobre las disposiciones necesarias para la finalización de una emergencia nuclear o radiológica y la transición subsiguiente a una situación de exposición ya sea planificada o existente, de conformidad con los requisitos de seguridad pertinentes establecidos en la publicación GSR Part 7 [2].

1.4. Las expresiones ‘emergencia nuclear o radiológica’, ‘situación de exposición planificada’, ‘situación de exposición de emergencia’ y ‘situación de exposición existente’ se definen en la publicación GSR Part 7 [2] y en el volumen N° GSR Part 3 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulado *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad* [3]. Las definiciones de la publicación GSR Part 7 [2] son las siguientes:

“**emergencia**. Situación o suceso no ordinario que requiere la pronta aplicación de medidas, principalmente para mitigar un peligro o las consecuencias adversas para la vida, la salud y los bienes de las personas o para el medio ambiente.

- ① El término abarca las emergencias nucleares y radiológicas y las emergencias convencionales, como incendios, emisiones de productos químicos peligrosos, tormentas o terremotos.
- ① El término incluye también las situaciones que exigen la pronta aplicación de medidas para mitigar los efectos de un peligro percibido.

emergencia nuclear o radiológica ^[3]. Emergencia en la que existe, o se considera que existe, un peligro resultante de:

² La ‘nueva normalidad’ es la situación que rige después de la emergencia, en comparación con la que existía antes. En el contexto de la presente Guía de Seguridad, la nueva normalidad representa ya sea una situación de exposición existente o una situación de exposición planificada.

³ No obstante las definiciones de estas expresiones, en aras de la brevedad en la presente Guía de Seguridad el término ‘emergencia’ se referirá a una emergencia nuclear o radiológica, a menos que se especifique otra cosa.

- a) la energía derivada de una reacción nuclear en cadena o de la desintegración de los productos de una reacción en cadena;
- b) la exposición a la radiación.

.....

situación de exposición de emergencia^[4]. Situación de exposición que se produce como resultado de un accidente, acto doloso u otro suceso inesperado y requiere la pronta aplicación de medidas para evitar o reducir las consecuencias adversas.

.....

situación de exposición existente. ... situación de exposición que ya existe en el momento en que hay que tomar una decisión sobre la necesidad de control.

- ① Entre las situaciones de exposición existente figuran: la exposición a la radiación de fondo natural que es posible controlar; la exposición debida a material radiactivo residual resultante de prácticas anteriores que nunca haya estado sometido a control reglamentario; o la exposición debida a material radiactivo residual resultante de una emergencia nuclear o radiológica una vez declarado el término de esa emergencia.

.....

situación de exposición planificada. ... situación de exposición que resulta de la explotación planificada de una fuente o de una actividad planificada que conlleve la exposición a radiación procedente de una fuente.”

⁴ De las definiciones se desprende claramente que toda situación de exposición de emergencia tiene lugar en el marco de una emergencia nuclear o radiológica; sin embargo, una emergencia nuclear o radiológica no siempre genera una situación de exposición de emergencia para todas las personas. Puede haber casos en que se detecten en un emplazamiento condiciones indicativas de una emergencia nuclear o radiológica y se declare la clase de emergencia adecuada (es decir, se active un nivel adecuado de respuesta de emergencia) antes de que esas condiciones den lugar a ningún tipo de exposición.

1.5. El requisito 46 de la publicación GSR Part 3 [3] se refiere a los mecanismos que deben existir, como parte de la preparación general para casos de emergencia, y aplicarse según corresponda para efectuar la transición de una situación de exposición de emergencia a una situación de exposición existente. La presente Guía de Seguridad ofrece orientaciones y recomendaciones sobre las disposiciones que han de adoptarse en la etapa de preparación con vistas a esa transición, en el contexto de un examen más amplio de las disposiciones necesarias para la finalización de una emergencia nuclear o radiológica.

OBJETIVO

1.6. El objetivo de la presente Guía de Seguridad es ofrecer a los Estados orientaciones y recomendaciones sobre las disposiciones que deben establecerse en la etapa de preparación, como parte de la labor general de preparación para casos de emergencia, a fin de responder a una emergencia nuclear o radiológica durante la transición a una situación de exposición ya sea existente o planificada, según corresponda, y dar por finalizada la emergencia. Esta Guía de Seguridad proporciona también orientaciones y recomendaciones sobre el objetivo principal de la finalización de una emergencia y los requisitos generales y específicos que deben cumplirse para ello.

1.7. La presente Guía de Seguridad debería utilizarse conjuntamente con la publicación GSR Part 7 [2], teniendo debidamente en cuenta las recomendaciones formuladas en los volúmenes de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GS-G-2.1, *Disposiciones de preparación para emergencias nucleares o radiológicas* [4], y N° GSG-2, *Criterios aplicables a la preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica* [5]. Esta Guía de Seguridad ofrece orientaciones para cumplir el requisito 18 de la publicación GSR Part 7 [2], sobre la finalización de una emergencia nuclear o radiológica, y el requisito 46 de la publicación GSR Part 3 [3], sobre la transición de una situación de exposición de emergencia a una situación de exposición existente.

1.8. Las orientaciones y recomendaciones contenidas en la presente Guía de Seguridad constituyen la base para cumplir los objetivos de la respuesta a una emergencia enunciados en el párrafo 3.2 de la publicación GSR Part 7 [2], especialmente el de preparar la reanudación de la actividad social y económica normal.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

1.9. Las orientaciones y recomendaciones contenidas en la presente Guía de Seguridad se aplican a toda emergencia nuclear o radiológica, sea cual sea la causa, en lo que respecta a la transición a una situación de exposición ya sea planificada o existente y a la finalización de la emergencia. Habida cuenta de la gran variedad de emergencias nucleares o radiológicas posibles⁵, la puesta en práctica de estas recomendaciones requiere la aplicación de un enfoque graduado⁶.

1.10. Las orientaciones y recomendaciones de esta Guía de Seguridad se han elaborado teniendo en cuenta las consideraciones de protección radiológica objetivas, con inclusión de factores tales como los riesgos para la salud relacionados con los niveles de exposición y las propiedades pertinentes de diferentes características de la situación de exposición. Pero, además, esta Guía reconoce y aborda también la influencia de los factores sociales, económicos y políticos, así como de las características nacionales, locales y específicas del emplazamiento. Aunque estos factores y características no guardan, en general, ninguna relación con la protección radiológica, normalmente influyen en la decisión final sobre la terminación de una emergencia nuclear o radiológica.

1.11. La presente Guía de Seguridad tiene por objeto ayudar a adoptar decisiones que se basen en las consideraciones científicas relativas a la protección radiológica, las mejores prácticas establecidas y las enseñanzas extraídas de la experiencia. También puede ser útil en un proceso integrador de adopción de decisiones sobre la finalización de una emergencia nuclear o radiológica. Dado que una emergencia de ese tipo puede dar lugar a una exposición a largo plazo debido a la radiactividad residual en el hábitat humano y en el medio ambiente en general, se presupone que el proceso de adopción de decisiones incluirá no solo

⁵ Como ejemplos cabe citar las emergencias generales en una central nuclear y las emergencias causadas por la pérdida de una fuente peligrosa, por la sobreexposición accidental de pacientes, por la emisión (intencional o no) de materiales radiactivos al medio ambiente y por accidentes de vehículos que transportan materiales nucleares o radiactivos.

⁶ “1) Tratándose de un sistema de control, como un sistema reglamentario o un sistema de seguridad, proceso o método en el que el rigor de las medidas de control y las condiciones que deben aplicarse sea proporcional, en la medida de lo posible, a la probabilidad y las posibles consecuencias de la pérdida de control y al nivel de riesgo que ello entrañaría.

2) Aplicación de los requisitos de seguridad que guarda relación de proporcionalidad con las características de las instalaciones y actividades o de la fuente y con la magnitud y la probabilidad de las exposiciones” (GSR Part 7 [2]).

la participación de expertos en planificación para casos de emergencia, personal ejecutivo de diferentes niveles gubernamentales y especialistas en prevención radiológica, sino también la consulta con el público y otras partes interesadas⁷.

1.12. Las orientaciones y recomendaciones ofrecidas en esta Guía de Seguridad tienen en cuenta las lecciones aprendidas de la experiencia del pasado, como el accidente de Fukushima Daiichi (2011) [6, 7], el accidente radiológico de Nueva Aldea (2005) [8], el incidente del daño del combustible en la central nuclear de Paks (2003) [9], el accidente radiológico de Lia (2001) [10], el accidente de radioterapia de Panamá (2000-2001) [11], el accidente radiológico de Goiânia (1987) [12], el accidente de la central nuclear de Chornóbil (1986) [13, 14] y el accidente de la central nuclear de Three Mile Island (1979) [15]. En el anexo I de esta Guía de Seguridad figuran estudios de casos sobre varias emergencias del pasado.

1.13. Dado que esta Guía de Seguridad se aplica a todo el espectro de emergencias nucleares o radiológicas posibles, deben hacerse las siguientes distinciones con respecto a la forma en que se pondrá fin a la emergencia y a la situación que regirá después de la transición:

- a) Una emergencia que no entrañe una emisión importante de materiales radiactivos al medio ambiente, y por lo tanto no suponga una exposición del público a más largo plazo debido a la presencia de materiales radiactivos residuales (como el incidente del daño del combustible en la central nuclear de Paks, los casos de sobreexposición accidental en Panamá y el accidente radiológico de Nueva Aldea), no dará lugar necesariamente a una situación de exposición de emergencia. Estas emergencias pueden declararse finalizadas de un modo que permita gestionar posteriormente la instalación, la actividad y la fuente como una situación de exposición planificada. La situación de exposición planificada puede referirse a la explotación normal, a la limpieza y la clausura, o al fin de la vida útil de la fuente. En lo que respecta a la exposición del público, se entiende que estas emergencias no generan una situación de exposición que sea diferente de la que existía antes de la emergencia. La decisión de poner fin a una emergencia de este tipo representa también el comienzo de una situación de exposición planificada. En tales casos se habla en esta Guía de Seguridad de una ‘transición a una situación de exposición planificada’.

⁷ Por parte interesada se entiende una “persona, empresa, etc., que tiene interés en las actividades y el funcionamiento de una organización, negocio, sistema, etc.” (GSR Part 7 [2]).

- b) Una emergencia que entrañe una emisión importante de materiales radiactivos al medio ambiente (como el accidente de la central nuclear de Chornóbil, el accidente de Fukushima Daiichi o el accidente radiológico de Goiânia) dará lugar a una situación de exposición de emergencia. En estos casos, puede haber una exposición del público a más largo plazo debido a la presencia de materiales radiactivos residuales en el medio ambiente, por lo que estas situaciones se gestionan posteriormente como situaciones de exposición existente. Estas emergencias pueden darse por finalizadas al cabo de un período de tiempo que permita efectuar la transición a una situación de exposición existente. La decisión de dar por terminada una emergencia de este tipo representa también el comienzo de una situación de exposición existente. En tales casos se habla en esta Guía de Seguridad de una ‘transición a una situación de exposición existente’.

1.14. Las orientaciones y recomendaciones de la presente Guía de Seguridad no se aplican a:

- a) La finalización de una situación de exposición en que haya habido contaminación causada por actividades humanas pero que no sea una situación de exposición de emergencia. En esta categoría quedarían incluidas, por ejemplo, las situaciones imperantes en los emplazamientos heredados o creadas por las descargas planificadas de materiales radiactivos al medio ambiente.
- b) Las disposiciones para gestionar las situaciones de exposición existente y la rehabilitación a largo plazo, ni a las disposiciones para la clausura de instalaciones dañadas por accidentes en que se justifique la parada permanente; las orientaciones aplicables a estas situaciones figuran en las referencias [16 a 19]. Sin embargo, los conceptos y enfoques básicos expuestos en la presente Guía de Seguridad respaldarán, en el contexto de la preparación general para casos de emergencia, la planificación de la gestión de las situaciones de exposición existente una vez finalizada la emergencia nuclear o radiológica.

1.15. Esta Guía de Seguridad no contiene orientaciones o recomendaciones para el cumplimiento de los requisitos establecidos en la publicación GSR Part 7 [2] en relación con las disposiciones necesarias para la adopción de medidas protectoras urgentes, medidas protectoras tempranas y otras medidas de respuesta durante la fase de respuesta a la emergencia; las orientaciones sobre la aplicación de estas medidas de respuesta a las emergencias figuran en las publicaciones GS-G-2.1 [4] y GSG-2 [5]. Sin embargo, esta Guía de Seguridad contiene orientaciones para

la integración y coordinación de las actividades desde la declaración de la emergencia hasta su finalización.

1.16. Esta Guía de Seguridad no ofrece recomendaciones sobre la comunicación con el público en la preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica en relación con la finalización de la emergencia, incluida la fase de transición.⁸

1.17. Esta Guía de Seguridad no contiene orientaciones sobre las consideraciones de seguridad física nuclear aplicables a la finalización de una emergencia nuclear o radiológica, aun cuando la emergencia puede haber sido causada por un suceso relacionado con la seguridad física nuclear. Sin embargo, es posible que las autoridades pertinentes tengan que tomar en consideración algunas implicaciones de seguridad física nuclear antes de poner fin a la emergencia. La información pertinente sobre la seguridad física nuclear figura en las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* núms. 13 a 15 [22 a 24].

1.18. Las definiciones de los términos utilizados en esta Guía de Seguridad son las que figuran en la publicación GSR Part 7 [2] y en el Glosario de seguridad tecnológica del OIEA [25]. La terminología relativa a las diferentes fases de una emergencia nuclear o radiológica en el contexto de la presente Guía se aclara en la sección 2.

ESTRUCTURA

1.19. En la sección 2 se describen las distintas fases de una emergencia nuclear o radiológica. Esta sección se centra en el concepto de la ‘fase de transición’ y en el significado de la finalización de una emergencia nuclear o radiológica y el comienzo de una situación de exposición ya sea planificada o existente. En la sección 3 se indica el objetivo principal de la finalización de una emergencia nuclear o radiológica y se describen en detalle los requisitos generales y específicos que deben cumplirse para poder dar por terminada una emergencia. También se dan orientaciones genéricas sobre los plazos dentro de los cuales deberían finalizarse las emergencias nucleares o radiológicas. La sección 4

⁸ Se está trabajando en la elaboración de una guía de seguridad sobre las disposiciones para la comunicación con el público en la preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica. En cuanto a las orientaciones prácticas para la comunicación con el público respecto de la preparación y respuesta para casos de emergencia, véanse también las referencias [20, 21].

contiene una descripción de las disposiciones que deben adoptarse en la etapa de preparación, como parte de la preparación general para casos de emergencia, a fin de facilitar la ejecución de las actividades de la fase de transición que permitirán dar por terminada la emergencia. En el apéndice se exponen las consideraciones relativas a la adaptación o el levantamiento de las medidas protectoras y otras medidas de respuesta durante la fase de transición. El anexo I contiene estudios de casos sobre varias emergencias nucleares o radiológicas del pasado que respaldan las orientaciones y recomendaciones ofrecidas en esta Guía de Seguridad. En el anexo II se presentan los factores que deben tomarse en consideración al justificar y optimizar la estrategia de protección a nivel nacional.

2. FASES DE UNA EMERGENCIA NUCLEAR O RADIOLÓGICA

CONSIDERACIONES GENERALES

2.1. En esta sección se describen las distintas fases de una emergencia nuclear o radiológica y se explica el concepto de la ‘fase de transición’. Este concepto se refiere al proceso y el período de tiempo que abarcan la progresión hasta el punto en que la emergencia puede darse por terminada. En ese período se van cumpliendo gradualmente los requisitos pertinentes (establecidos en la sección 3) para poder declarar el fin de la emergencia. En este contexto se presupone, por lo general, que la fase de transición comienza lo antes posible una vez recuperado el control de la fuente y estabilizada la situación⁹; la fase de transición concluye cuando se han cumplido todos los requisitos necesarios para dar por finalizada la emergencia. La finalización de una emergencia nuclear o radiológica representa el punto final de la emergencia y, por ende, de la situación de exposición de emergencia, y el comienzo de una situación de exposición ya sea existente o planificada.

2.2. Las diversas fases de una emergencia nuclear o radiológica se distinguen por los diferentes plazos en que deben adoptarse determinadas medidas protectoras u otras medidas de respuesta para alcanzar los objetivos de la respuesta a la emergencia (véase la publicación GSR Part 7 [2], párr. 3.2) y

⁹ Una situación se considera estable cuando la fuente está bajo control, no se prevén nuevas exposiciones o emisiones accidentales importantes como consecuencia del suceso, y la evolución futura de la situación está clara.

cumplir los requisitos que permitirán declarar el fin de la emergencia. La fase de transición puede durar desde un día hasta algunas semanas, en el caso de una emergencia menor (como la pérdida o el robo de una fuente peligrosa), pero también desde varios meses hasta un año, si se trata de una emergencia a gran escala (por ejemplo, una emergencia en una instalación nuclear que genere una contaminación importante fuera del emplazamiento).

2.3. En la presente Guía de Seguridad, la distinción entre las diferentes fases de una emergencia nuclear o radiológica tiene por objeto apoyar la labor de planificación de cada fase en la etapa de preparación, y también facilitar la comunicación y fomentar una visión común entre todas las personas que intervienen en esa labor. La planificación depende de las características de cada fase, que comprenden la información disponible y las actividades concretas que se deban realizar.

2.4. La respuesta a una emergencia nuclear o radiológica es un proceso continuo; por consiguiente, durante la respuesta no corresponde hacer ninguna distinción entre las diferentes fases de la emergencia (véase el párr. 2.13).

2.5. El período correspondiente a la gestión de una situación de exposición existente y a las operaciones de recuperación a largo plazo una vez declarado el fin de la emergencia no está incluido en el ámbito de aplicación de esta Guía de Seguridad y se trata en las publicaciones de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° WS-G-3.1, *Proceso de rehabilitación de zonas afectadas por actividades y accidentes pasados* [16], y N° GSG-8, *Radiation Protection of the Public and the Environment* [17].

FASE DE RESPUESTA A LA EMERGENCIA

2.6. Cuando, en relación con una instalación, una actividad o una fuente, se detecten condiciones que indiquen la existencia o la posibilidad de una emergencia nuclear o radiológica que requiera la adopción de medidas protectoras y de otras medidas de respuesta, se declarará la clase de emergencia adecuada y se pondrán en marcha en el emplazamiento y, si es necesario, fuera de él, las medidas de respuesta previamente planificadas para esa clase de emergencia y el nivel de respuesta que se requiera (véase la publicación GSR Part 7 [2], requisito 7).

2.7. Al principio de una emergencia, las organizaciones de respuesta centran su intervención en la mitigación de las posibles consecuencias de la emergencia para evitar o retrasar la aparición de condiciones no deseadas y poder así adoptar

medidas protectoras eficaces en el emplazamiento y, si es necesario, fuera de él. Estas medidas mitigadoras se acompañan de medidas protectoras y otras medidas de respuesta dedicadas a atender a las personas afectadas o posiblemente afectadas. La mayoría de estas medidas (las medidas protectoras urgentes precautorias, las medidas protectoras urgentes y otras medidas de respuesta) deben tomarse de inmediato; otras, sin embargo, requieren evaluaciones más detalladas, basadas principalmente en la monitorización, y pueden adoptarse al cabo de algunos días o semanas (las medidas protectoras tempranas y otras medidas de respuesta) y aun así ser eficaces.

2.8. Las medidas protectoras y otras medidas de respuesta se definen en la publicación GSR Part 7 [2] como sigue:

“**medida protectora.** Medida encaminada a evitar o reducir las dosis que de otro modo podrían recibirse en una situación de exposición de emergencia o una situación de exposición existente.

medida protectora temprana. Medida protectora que, en caso de emergencia nuclear o radiológica, es posible aplicar en un plazo de días o semanas y sigue siendo eficaz.

- ① Las medidas protectoras tempranas más comunes son el refugio en espacios interiores y la imposición de restricciones más duraderas al consumo de alimentos que pudieran estar contaminados.

medida mitigadora. Medida inmediata aplicada por la entidad explotadora u otra de las partes con objeto de:

- a) reducir la probabilidad de que las condiciones evolucionen hasta llevar a una situación de exposición o de emisión de material radiactivo que requiera la aplicación de medidas de respuesta a emergencias en el emplazamiento o fuera de él; o
- b) mitigar las condiciones de origen que puedan llevar a una situación de exposición o de emisión de material radiactivo que requiera la aplicación de medidas de respuesta a emergencias en el emplazamiento o fuera de él.

medida protectora urgente. Medida protectora que, en caso de emergencia nuclear o radiológica, debe aplicarse de inmediato (normalmente en un plazo de horas o como máximo de un día)

para que sea eficaz, y cuya eficacia disminuirá sensiblemente si se retrasa su aplicación.

- ① Entre las medidas protectoras urgentes se cuentan el bloqueo de la tiroides, la evacuación, el refugio en espacios interiores por un corto período, las medidas para reducir la ingestión involuntaria, la descontaminación de las personas y la prevención de la ingestión de alimentos, leche o agua de bebida que puedan estar contaminados.
- ① Una medida protectora urgente precautoria es una medida protectora urgente aplicada antes o poco después de una emisión de material radiactivo o una exposición, atendiendo a las condiciones imperantes, para evitar o reducir al mínimo la presencia de efectos deterministas graves.”

“*otras medidas de respuesta.* Toda medida de respuesta a emergencias que no sea una medida protectora.

- ① Las más comunes son: examen, consulta y tratamiento médicos; inscripción en un registro y seguimiento médico a más largo plazo; asesoramiento psicológico integral; información pública y otras medidas para mitigar las consecuencias no radiológicas y tranquilizar a la población.

2.9. Los requisitos de seguridad establecidos en la publicación GSR Part 7 [2] y en las orientaciones y recomendaciones que la respaldan (GS-G-2.1 [4] y GSG-2 [5]) se refieren a las disposiciones de emergencia¹⁰ que deben establecerse y aplicarse en el período que media entre la detección de las condiciones que conducen a la declaración de la emergencia nuclear o radiológica y el momento en que la situación está nuevamente bajo control y las condiciones radiológicas están suficientemente bien caracterizadas. Este período se denomina ‘fase de respuesta a la emergencia’ y se define como el período de tiempo que transcurre entre la detección de las condiciones que justifican el inicio de una respuesta de emergencia y la terminación de todas las medidas adoptadas a título preventivo o a modo de respuesta ante las condiciones radiológicas que previsiblemente imperarán en los primeros meses de la emergencia. La fase de respuesta a la emergencia concluye normalmente cuando la situación está bajo control, las condiciones radiológicas fuera del emplazamiento están suficientemente bien

¹⁰ Estas disposiciones de emergencia incluyen los arreglos para la adopción de medidas protectoras urgentes, medidas protectoras tempranas y otras medidas de respuesta.

caracterizadas para poder determinar si se requieren restricciones alimentarias y reubicaciones temporales de la población, y si es así, dónde, y se han aplicado todas las restricciones alimentarias y reubicaciones temporales necesarias (véase la ref. [26]).

2.10. A los efectos de la presente Guía de Seguridad, la fase de respuesta a la emergencia se divide en una fase de respuesta urgente y una fase de respuesta temprana (véase la figura 1):

- a) Fase de respuesta urgente: período de tiempo, dentro de la fase de respuesta a la emergencia, que media entre la detección de condiciones que exigen medidas de respuesta que deben adoptarse prontamente para que sean eficaces, y el momento en que termina la aplicación de todas esas medidas. Estas medidas de respuesta a la emergencia incluyen medidas mitigadoras a cargo del explotador y medidas protectoras urgentes en el emplazamiento y fuera de él. La fase de respuesta urgente puede durar entre horas y días, según la naturaleza y escala de la emergencia nuclear o radiológica.¹¹
- b) Fase de respuesta temprana: período de tiempo, dentro de la fase de respuesta a la emergencia, que media entre el momento en que la situación radiológica está suficientemente bien caracterizada para poder determinar si es necesario adoptar medidas protectoras tempranas y otras medidas de respuesta, y el momento en que termina la aplicación de todas esas medidas. La fase de respuesta temprana puede durar entre días y semanas, según la naturaleza y escala de la emergencia nuclear o radiológica.¹²

FASE DE TRANSICIÓN

2.11. A los efectos de la presente Guía de Seguridad, la fase de transición es el período que sigue a la fase de respuesta a la emergencia¹³ en que: a) la situación está bajo control (véase la nota a pie de página 9), b) se ha realizado una caracterización detallada de la situación radiológica y c) se planifican y ejecutan

¹¹ Por ejemplo, la fase de respuesta urgente puede durar solo algunas horas en el caso de una emergencia menor, como una emergencia radiológica durante el transporte o una emergencia radiológica relacionada con una fuente sellada peligrosa.

¹² Por ejemplo, la fase de respuesta temprana puede durar entre algunas horas y un día en el caso de una emergencia menor, como una emergencia radiológica durante el transporte o una emergencia radiológica relacionada con una fuente sellada peligrosa.

¹³ En la fase de transición, la situación de exposición es todavía una situación de exposición de emergencia, aun cuando la fase de respuesta a la emergencia haya terminado, como se ilustra en las figuras 1 y 2.

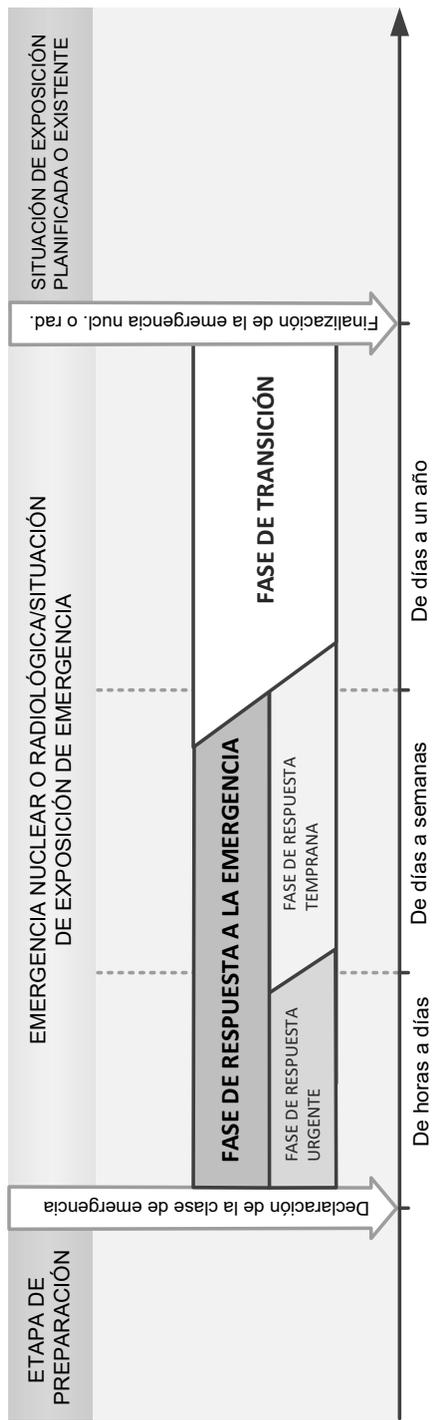


Fig. 1. Secuencia temporal de las distintas fases y situaciones de exposición de una emergencia nuclear o radiológica en una zona geográfica o un emplazamiento dado.

las actividades necesarias para poder declarar finalizada la emergencia. Las actividades realizadas durante la fase de transición tienen por finalidad cumplir el objetivo principal y los requisitos descritos en la sección 3. Esta fase puede durar entre días y meses, aunque en el caso de una emergencia menor (p. ej., una emergencia radiológica durante el transporte o una emergencia radiológica relacionada con una fuente sellada peligrosa) puede no durar más de un día. La finalización de la emergencia nuclear o radiológica representa la conclusión de la fase de transición en una zona o un emplazamiento dado y el comienzo de una situación de exposición ya sea existente o planificada (véase la figura 1).

2.12. A diferencia de la fase de respuesta urgente y, en cierta medida, de la fase de respuesta temprana, la fase de transición no se caracteriza por el apremio y permite adaptar, justificar y optimizar las estrategias de protección a medida que la emergencia evoluciona, y consultar con las partes interesadas. Según la naturaleza de la emergencia nuclear o radiológica, estos procesos pueden continuar también después de que se haya puesto fin a la emergencia. En la fase de transición y a más largo plazo, puede ser más eficiente ejecutar medidas de rehabilitación que seguir adoptando medidas protectoras que perturban la vida de la población.

2.13. Aunque la distinción entre las diferentes fases de una emergencia nuclear o radiológica puede ser útil para los fines de la planificación, en la respuesta a una emergencia suele ser difícil definir claramente dónde termina una fase y empieza la siguiente (véanse los párrs. 2.3 y 2.4), ya que las medidas de respuesta a la emergencia se ejecutan de forma continuada (véase la figura 2). Esta ausencia de una distinción clara es evidente sobre todo entre la fase de respuesta temprana y la fase de transición, cuando las actividades que se realizan pueden apoyar la aplicación de medidas y actividades relacionadas con ambas fases. Por ejemplo, una estrategia de monitorización utilizada durante la fase de respuesta temprana respaldará tanto la adopción de decisiones sobre las medidas protectoras tempranas como la evaluación de la situación radiológica, que a su vez ayudará a determinar las nuevas adaptaciones que se requieran en las estrategias de protección.

2.14. En una emergencia a gran escala, la complejidad de la situación radiológica puede variar enormemente dentro de la zona afectada y ser de carácter transitorio. Por consiguiente, es probable que se dé una coexistencia de distintas fases y diferentes situaciones de exposición en el tiempo y en el espacio. Esta coexistencia dificulta tanto la gestión de la situación como la comunicación con las partes interesadas. La transición de la situación de exposición de emergencia a otra situación se producirá gradualmente en las distintas áreas de la zona total

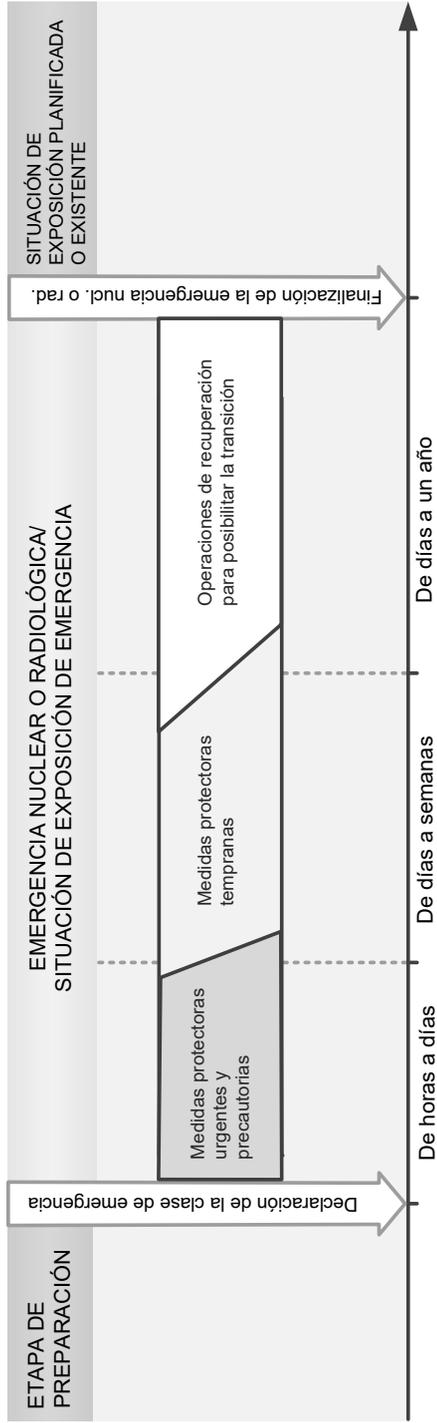


Fig. 2. Secuencia temporal de los distintos tipos de medidas protectoras y operaciones de recuperación de una emergencia nuclear o radiológica en una zona geográfica o un emplazamiento dado.

afectada. En este caso, la fase de transición concluirá cuando la última área en que aún había una situación de exposición de emergencia haya pasado a tener una situación de exposición existente.¹⁴ La transición de esta última área a una situación de exposición existente representará también la finalización global de la emergencia.

3. OBJETIVO PRINCIPAL DE LA FINALIZACIÓN DE LA EMERGENCIA Y REQUISITOS CORRESPONDIENTES

CONSIDERACIONES GENERALES

3.1. En la presente sección se describen en detalle el objetivo principal y los requisitos que deben tenerse en cuenta en la planificación y adopción de decisiones con respecto a la finalización de una emergencia nuclear o radiológica. Se ofrecen orientaciones generales sobre un amplio abanico de aspectos que las autoridades deberían examinar antes de decidir la finalización de una emergencia, de conformidad con el criterio de la consideración de todos los peligros,¹⁵ aun cuando la decisión sobre los requisitos pertinentes en cada emergencia nuclear o radiológica postulada requiere la aplicación de un enfoque graduado y la consideración de las circunstancias nacionales, locales y específicas del emplazamiento.

3.2. El objetivo principal y los requisitos establecidos en esta sección deberían orientar la elaboración y aplicación de la estrategia de protección para la fase de transición. Por consiguiente, también deberían orientar las disposiciones que deben adoptarse durante la etapa de preparación para que la estrategia de protección pueda ejecutarse de manera eficiente y coordinada en la fase de

¹⁴ Véanse también los párrs. 3.20, 3.22 y 4.98, especialmente en lo que respecta a la delimitación de las áreas.

¹⁵ En general, los Estados tienen disposiciones para reanudar la actividad social y económica normal después de cualquier tipo de emergencia. Esas disposiciones deberían respaldar también los preparativos para la transición a una situación de exposición ya sea existente o planificada después de una emergencia nuclear o radiológica. Para ello, es necesario que todas las disposiciones que se establezcan atendiendo a lo recomendado en la presente Guía de Seguridad estén integradas entre sí, de conformidad con el criterio de la consideración de todos los peligros.

transición. El objetivo principal y los requisitos deberían representar también los pasos intermedios para cualquier otro objetivo que deba alcanzarse a más largo plazo en una situación de exposición existente, si procede.

3.3. La emergencia debería darse por finalizada cuando estén cumplidos todos los requisitos señalados en esta sección que se hayan seleccionado aplicando el enfoque graduado (véase el párr. 3.1); la decisión de poner fin a la emergencia debería ser una decisión oficial y pública. La nueva situación de exposición se gestionará luego ya sea como una situación de exposición planificada o como una situación de exposición existente (véase la figura 1), según corresponda, de conformidad con el marco jurídico y reglamentario nacional prescrito en las publicaciones GSR Part 7 [2] y GSR Part 3 [3] y en el volumen N° GSR Part 1 (Rev. 1) de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulado *Marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad* [27].

3.4. Debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La transición de la situación de exposición de emergencia a otra situación tendrá lugar probablemente en distintos momentos en las diferentes zonas geográficas o las diferentes partes del emplazamiento. Por lo tanto, en algunas zonas geográficas o partes del emplazamiento la situación puede tener que seguirse gestionando como una emergencia nuclear o radiológica, aunque en otras ya rija una situación de exposición planificada o existente, según el caso.
- b) Algunos de los requisitos establecidos en esta sección deben ser cumplidos también por la entidad explotadora, además de las organizaciones encargadas de la respuesta fuera del emplazamiento. En gran medida, la transición de una situación de exposición de emergencia a otra situación en las zonas exteriores al emplazamiento estará sujeta a la confirmación por parte de la entidad explotadora de que se han cumplido los requisitos respectivos¹⁶ dentro del emplazamiento.

OBJETIVO PRINCIPAL

3.5. El objetivo principal de la finalización de una emergencia es facilitar la reanudación oportuna de la actividad social y económica.

¹⁶ Esos requisitos pueden comprender, según proceda, los establecidos en los párrs. 3.6, 3.7, 3.9 a 3.12, 3.19 y 3.20 e) a g).

REQUISITOS GENERALES

3.6. Una emergencia nuclear o radiológica no debería darse por finalizada mientras no se hayan aplicado las medidas protectoras urgentes y las medidas protectoras tempranas necesarias.¹⁷

3.7. Para poder declarar finalizada la emergencia, debe tenerse un buen conocimiento de la situación de exposición imperante, y la confirmación de que es una situación estable, lo que significa que la fuente está bajo control, que no cabe prever nuevas exposiciones o emisiones accidentales importantes como consecuencia del suceso y que se conoce adecuadamente la evolución futura probable de la situación.

3.8. Antes de declarar finalizada la emergencia, es necesario caracterizar debidamente la situación radiológica, determinar las vías de exposición y evaluar las dosis¹⁸ para las poblaciones afectadas¹⁹ (incluidos los grupos de población más vulnerables a la exposición a la radiación, como los niños y las mujeres embarazadas). En esta caracterización deberían tenerse en cuenta los efectos del levantamiento y la adaptación de las medidas protectoras aplicadas anteriormente en la respuesta a la emergencia y, cuando sea el caso, las opciones viables para el uso futuro de las tierras y las masas de agua (p. ej., la imposición de restricciones o la determinación de otras formas posibles de aprovechamiento de las tierras y las aguas).

3.9. Antes de tomar la decisión de dar por finalizada una emergencia, debería realizarse una evaluación a fondo de los peligros en relación con la situación imperante y con su evolución futura, de conformidad con el requisito 4 de la publicación GSR Part 7 [2]. La evaluación de los peligros servirá de base para la preparación y respuesta ante las nuevas emergencias que puedan producirse.

¹⁷ Cuando se toma la decisión de dar por terminada una emergencia nuclear o radiológica, puede ya estar en estudio la posibilidad de adaptar o levantar algunas de las medidas protectoras urgentes y de las medidas protectoras tempranas (como la evacuación). Otras medidas (como las restricciones aplicables a algunos alimentos, la leche o el agua para beber) pueden permanecer en vigor por un período más largo después de la finalización de la emergencia, y algunas, como el bloqueo de la tiroides, pueden haberse ya aplicado y no requerir más atención en la fase de transición. Véanse más detalles a este respecto en los párrs. 4.70 a 4.101.

¹⁸ La dosis efectiva, la dosis equivalente en un tejido u órgano, o la dosis absorbida en un tejido u órgano ponderada por la eficacia biológica relativa. Véanse más detalles en la publicación GSG-2 [5].

¹⁹ Incluidos el público, los trabajadores (también los de emergencias), los ayudantes en la emergencia y los pacientes, según corresponda.

3.10. Sobre la base de la evaluación de los peligros, deberían determinarse los sucesos y las zonas correspondientes que puedan requerir la adopción de medidas protectoras y otras medidas de respuesta —incluidas las que puedan mitigar las consecuencias de una futura emergencia— y examinarse las disposiciones existentes para los casos de emergencia. Este examen indicará si es necesario revisar las disposiciones existentes para las emergencias y/o establecer otras nuevas.²⁰

3.11. La emergencia no debería darse por terminada antes de haber formulado y coordinado, entre las organizaciones de respuesta pertinentes, las disposiciones para casos de emergencia revisadas o nuevas. Sin embargo, en algunas circunstancias el establecimiento oficial de disposiciones de emergencia revisadas o nuevas puede ser un proceso largo. En esas situaciones, debería tomarse en consideración la posibilidad de establecer una capacidad de respuesta provisional²¹ en la fase de transición, para evitar un retraso innecesario de la finalización de la emergencia.

3.12. Antes de dar por finalizada una emergencia, debe confirmarse que será posible aplicar a todos los trabajadores que participen en las operaciones de recuperación los requisitos referentes a la exposición ocupacional en las situaciones de exposición planificada²² establecidos en la sección 3 de la publicación GSR Part 3 [3] (véase la publicación GSR Part 7 [2], párr. 5.101), y que la fuente se encuentra en condiciones de seguridad física acordes con lo prescrito en las referencias [22 a 24].

3.13. La situación radiológica deberá haberse evaluado utilizando los niveles de referencia, criterios genéricos, criterios operacionales y límites de dosis que

²⁰ Por ejemplo, los peligros relacionados con una central nuclear en situación de explotación normal y las correspondientes disposiciones para casos de emergencia diferirán de los peligros relacionados con una central nuclear dañada por un accidente y las correspondientes disposiciones de emergencia.

²¹ La finalidad de esta capacidad de respuesta provisional es contar con una respuesta mejorada ante toda emergencia futura que se haya postulado sobre la base de la evaluación de los peligros, hasta que esté establecido el conjunto completo de disposiciones para hacer frente a una emergencia. Esa capacidad provisional puede no ser óptima, y tendrá que valerse de todos los medios y recursos disponibles con solo un mínimo de medidas adicionales (como la capacitación, o la revisión de algunos procedimientos).

²² En el párrafo 5.26 de la publicación GSR Part 3 [3] se exige a los empleadores que velen “por que la exposición de los trabajadores que realicen actividades de restauración esté sometida a control de conformidad con los requisitos pertinentes para la exposición ocupacional en las situaciones de exposición planificada”.

correspondan, a fin de determinar si se han cumplido los requisitos aplicables para la transición a una situación de exposición ya sea existente o planificada, según el caso (véanse los párrs. 3.19 a 3.22).

3.14. Deberán conocerse las consecuencias no radiológicas (p. ej., las consecuencias psicosociales y económicas) y otros factores (como la tecnología, las opciones de uso de la tierra, la disponibilidad de recursos, la resiliencia de la comunidad²³ y la disponibilidad de servicios sociales) que guarden relación con la finalización de la emergencia, y haberse estudiado medidas adecuadas para abordarlos.

3.15. Antes de declarar finalizada una emergencia, debería establecerse un registro de las personas²⁴ de las que, hasta el momento de la finalización de la emergencia, se sepa que requerirán un seguimiento médico a más largo plazo (véanse las publicaciones GSR Part 7 [2] y GSG-2 [5]).

3.16. Antes de declarar finalizada una emergencia, debería prestarse atención a la gestión de todo desecho radiactivo que pueda haberse generado durante la emergencia, si es el caso.

3.17. Antes de declarar finalizada una emergencia es necesario consultar con las partes interesadas [2]. Este proceso no debería obstaculizar indebidamente la adopción de decisiones eficaces y oportunas sobre la finalización de la emergencia por parte de la autoridad responsable; sin embargo, la consulta contribuirá a aumentar la confianza del público y su aceptación de la decisión de dar por terminada la emergencia.

3.18. Antes de declarar finalizada una emergencia, deberían comunicarse al público y a otras partes interesadas, o examinarse junto con ellos, los siguientes aspectos, según proceda:

- a) la base y los motivos para la finalización de la emergencia, y un panorama general de las medidas adoptadas y las restricciones impuestas;
- b) la necesidad de ajustar las restricciones impuestas y de mantener las medidas protectoras o implantar otras nuevas, así como la duración prevista de esas medidas y restricciones;

²³ La resiliencia de una comunidad es su capacidad de recuperarse con rapidez y facilidad de las consecuencias de una emergencia nuclear o radiológica.

²⁴ Incluidos el público, los trabajadores (también los de emergencias), los ayudantes en la emergencia y los pacientes, según corresponda.

- c) toda modificación necesaria de los comportamientos y hábitos personales de la población;
- d) las opciones para la aplicación de medidas de autoayuda²⁵, según corresponda;
- e) la necesidad de mantener la monitorización ambiental y la monitorización de la fuente después de finalizada la emergencia;
- f) la necesidad de proseguir los esfuerzos para restablecer los servicios y los lugares de trabajo;
- g) los peligros radiológicos para la salud relacionados con la nueva situación de exposición.

REQUISITOS ESPECÍFICOS

Transición a una situación de exposición planificada

3.19. Además de los requisitos generales (véanse los párrs. 3.6 a 3.18), deberían cumplirse los siguientes requisitos específicos antes de declarar finalizada una emergencia y pasar a una situación de exposición planificada:

- a) Analizar las circunstancias que condujeron a la emergencia, determinar las medidas correctivas adecuadas y elaborar un plan de acción para que las autoridades respectivas apliquen esas medidas correctivas en relación con la instalación, actividad o fuente que tuvo que ver con la emergencia. Sin embargo, en algunos casos la labor formal de análisis y elaboración del plan de acción puede ser un proceso largo. Por consiguiente, debería tomarse en consideración la posibilidad de establecer procedimientos administrativos que limiten o impidan el uso o la manipulación de la fuente hasta que se hayan entendido mejor las circunstancias que condujeron a la emergencia, a fin de evitar retrasos innecesarios en la finalización de la emergencia.
- b) Evaluar las condiciones para comprobar que se cumplan los criterios de manipulación tecnológica y físicamente segura de la fuente²⁶ que generó la

²⁵ Las medidas de autoayuda pueden consistir, por ejemplo, en evitar las visitas prolongadas a determinadas zonas, modificar las prácticas agrícolas y el uso de la tierra, o reducir el consumo de algunos alimentos.

²⁶ Por fuente se entiende “[c]ualquier elemento que pueda causar exposición a las radiaciones —por ejemplo por emisión de radiación ionizante o de materiales radiactivos— y que pueda tratarse como un todo a efectos de la protección y la seguridad” (GSR Part 3 [3]).

emergencia, con arreglo a los requisitos establecidos a nivel nacional para la respectiva situación de exposición planificada²⁷.

- c) Confirmar el cumplimiento de los límites de dosis para la exposición del público en las situaciones de exposición planificada, y de los requisitos para la exposición médica establecidos en la sección 3 de la publicación GSR Part 3 [3].

Transición a una situación de exposición existente

3.20. Además de los requisitos generales (véanse los párrs. 3.6 a 3.18), deberían cumplirse los siguientes requisitos específicos antes de declarar finalizada una emergencia y pasar a una situación de exposición existente:

- a) Adoptar medidas justificadas y optimizadas al objeto de cumplir los criterios genéricos fijados a nivel nacional para la transición a una situación de exposición existente, teniendo en cuenta los criterios genéricos establecidos en el apéndice II de la publicación GSR Part 7 [2], y verificar que las dosis residuales evaluadas²⁸ se sitúen cerca del extremo inferior del nivel de referencia para una situación de exposición de emergencia (véanse los párrs. 4.52 a 4.69).
- b) Delimitar las zonas que no podrán ser habitadas y en que no podrán realizarse actividades sociales y económicas. Esta delimitación se refiere a las zonas que, en una fase anterior de la respuesta a la emergencia, fueron objeto de una evacuación y/o reubicación de la población, y/o en que se impusieron restricciones específicas que seguirán en vigor después de finalizada la emergencia.
- c) Para esas zonas delimitadas, establecer disposiciones administrativas y de otra índole a fin de vigilar el cumplimiento de las restricciones impuestas.
- d) Elaborar una estrategia para la restauración de la infraestructura, los lugares de trabajo y los servicios públicos (p. ej., el transporte público, las tiendas y mercados, las escuelas, las guarderías infantiles, los centros de atención de salud, y los servicios de policía y bomberos) requeridos para establecer condiciones de vida normales en las zonas afectadas, como aquellas en que fue necesaria la evacuación o una reubicación de la población.

²⁷ Según el tipo de emergencia, la situación de exposición planificada puede referirse a la explotación normal de la instalación o la realización normal de la actividad, a la limpieza y la clausura, o al fin de la vida útil de la fuente que tuvo que ver con la emergencia.

²⁸ La dosis residual es la “[d]osis que previsiblemente se va a recibir una vez se hayan dado por terminadas las medidas protectoras (o una vez se haya decidido no aplicar medidas protectoras)” (GSR Part 7 [2]).

- e) Establecer un mecanismo y los medios para la comunicación y consulta continuas con todas las partes interesadas, incluidas las comunidades locales.
- f) Terminar todo cambio o traspaso de las atribuciones y responsabilidades de la organización de respuesta a la emergencia a las entidades encargadas de las operaciones de recuperación a largo plazo.
- g) Organizar el intercambio, entre las organizaciones y autoridades pertinentes, de la información y los datos que se hayan reunido durante la situación de exposición de emergencia y que puedan ser de interés para la planificación a largo plazo.
- h) Iniciar la elaboración de una estrategia de monitorización a largo plazo para controlar la contaminación residual.
- i) Elaborar un programa de seguimiento médico a más largo plazo para las personas inscritas en el registro (véase el párr. 3.15).
- j) Elaborar una estrategia para la prestación de apoyo psicosocial y de salud mental a la población afectada.
- k) Examinar la posibilidad de indemnizar a las víctimas por el daño causado por la emergencia a fin de tranquilizar a la población, aunque los procesos de indemnización continuarán después de finalizada la emergencia.
- l) Haber establecido o estar estableciendo arreglos administrativos y disposiciones legales y reglamentarias para la gestión de la situación de exposición existente, con inclusión de disposiciones para la asignación de los recursos financieros, técnicos y humanos necesarios.

3.21. Una vez finalizada la emergencia, no debería ser necesario, en general, mantener la monitorización individual²⁹ de los miembros de la población a efectos de la protección radiológica. Sin embargo, las dosis recibidas por las personas pueden diferir considerablemente según los hábitos de cada una; por consiguiente, esas dosis deberán evaluarse, y en algunos casos puede ser preciso prever la protección de esas personas en la estrategia de protección a largo plazo.

3.22. Puede haber circunstancias excepcionales en que no sea posible cumplir, en un plazo razonable, los criterios genéricos nacionales para la transición a una situación de exposición existente (véase el párr. 3.20, apartado a)). En tales casos, podrá igualmente tomarse la decisión de poner fin a la emergencia, a condición de que se haya determinado que no es viable ninguna otra medida justificada

²⁹ La monitorización individual es la “[m]onitorización radiológica mediante mediciones efectuadas con equipo que lleva puesto cada persona, o mediciones de las cantidades de sustancias radiactivas presentes en sus cuerpos o que penetran en ellos, o mediciones de las cantidades de sustancias radiactivas excretadas por el cuerpo de las personas” (GSR Part 3 [3]).

y optimizada y que no se superan los criterios genéricos para la adopción de medidas protectoras tempranas y otras medidas de respuesta establecidos en el apéndice II de la publicación GSR Part 7 [2].

PLAZOS PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA

3.23. En la etapa de preparación deberían determinarse los plazos dentro de los cuales se finalizará previsiblemente la emergencia para las diferentes situaciones de emergencia nuclear o radiológica postuladas sobre la base de una evaluación de los peligros. Puede haber circunstancias imprevisibles que sea difícil incluir en la estimación del plazo necesario para la finalización de una determinada emergencia nuclear o radiológica. Aun así, debería establecerse una estrategia para abordar los aspectos específicos de la finalización dentro de un plazo razonable.

3.24. La experiencia indica que para la finalización de una emergencia a gran escala (p. ej., una emergencia en una instalación nuclear que genere una contaminación importante fuera del emplazamiento) puede proponerse un plazo de entre varias semanas y un año; en cambio, para la finalización de una emergencia menor (p. ej., una emergencia radiológica durante el transporte o una emergencia radiológica relacionada con una fuente sellada peligrosa) puede ser adecuado un plazo de entre un día y varias semanas.

4. DISPOSICIONES PARA LA FASE DE TRANSICIÓN

CONSIDERACIONES GENERALES

4.1. En la presente sección se ofrecen orientaciones detalladas sobre diversos aspectos que deben tenerse en cuenta en la etapa de preparación (véase la figura 1) al establecer las disposiciones para la fase de transición de una emergencia nuclear o radiológica. La aplicación de estas orientaciones ayudará a cumplir los requisitos para la finalización de la emergencia establecidos en la sección 3.

ATRIBUCIONES, RESPONSABILIDADES Y DIRECCIÓN DE LOS TRABAJOS

4.2. En virtud de la publicación GSR Part 7 [2]:

- “El gobierno hará los preparativos adecuados de anticipación, preparación, respuesta y recuperación en caso de emergencia nuclear o radiológica en la entidad explotadora, a escala local, regional y nacional y también, cuando proceda, a escala internacional, en particular promulgando leyes e instituyendo reglamentos que rijan eficazmente las labores de preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica a todas las escalas” (GSR Part 7 [2], párr. 4.5).
- “Las disposiciones de emergencia deberán comprender la asignación clara de responsabilidades y atribuciones y prever la coordinación ... en todas las fases de la respuesta” (GSR Part 7 [2], párr. 6.5).
- “El gobierno garantizará que todas las funciones y responsabilidades relativas a la preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica estén distribuidas claramente y de antemano entre las entidades explotadoras, el órgano regulador y las organizaciones de respuesta” (GSR Part 7 [2], párr. 4.7).
- “El gobierno garantizará que las organizaciones de respuesta, las entidades explotadoras y el órgano regulador dispongan de los recursos humanos, financieros y de otra índole necesarios, según las funciones y responsabilidades que en principio tengan asignadas y los peligros que se hayan determinado, para prepararse ante las consecuencias radiológicas y no radiológicas de una emergencia nuclear o radiológica, ya se produzca esta dentro o fuera de las fronteras nacionales, y para hacerles frente” (GSR Part 7 [2], párr. 4.8).
- **“El gobierno se asegurará de que existan las disposiciones necesarias para gestionar eficazmente las operaciones de respuesta a una emergencia nuclear o radiológica”** (GSR Part 7 [2], requisito 6).
- “En los planes de emergencia pertinentes vendrán especificadas las disposiciones relativas a la delegación y/o transferencia de atribuciones, junto con las disposiciones para notificar tal transferencia a cuantas partes corresponda” (GSR Part 7 [2], párr. 6.6).

4.3. Teniendo en cuenta los requisitos establecidos en la sección 3, el gobierno debería examinar y revisar en la etapa de preparación, según proceda:

- a) el marco jurídico y reglamentario por el que se regirá la preparación y respuesta respecto de la fase de transición de una emergencia nuclear o radiológica;
- b) el marco para la seguridad y protección radiológica en relación con las cuestiones a más largo plazo de una situación de exposición existente, a fin de garantizar una transición sin trabas y evitar retrasos innecesarios debido a problemas jurídicos y reglamentarios.

4.4. Como parte del examen mencionado en el párrafo 4.3, debe determinarse lo siguiente:

- a) los puestos que deberán estar cubiertos para ejecutar las actividades necesarias en la fase de transición y, a más largo plazo, en una situación de exposición planificada o una situación de exposición existente, según proceda;
- b) la necesidad de capacitación precisa y oportuna para los trabajadores de emergencias y los ayudantes en la emergencia;
- c) la necesidad de movilizar recursos entre las organizaciones pertinentes.

Deberían adoptarse disposiciones que permitan contar con esos puestos, esa capacitación y esos recursos cuando se necesiten.

Atribuciones, funciones y responsabilidades

4.5. En la fase de respuesta urgente, las atribuciones y responsabilidades respecto de la respuesta a la emergencia deben, en lo posible, estar perfectamente claras y basarse en los arreglos planificados para poder adoptar eficazmente las medidas protectoras urgentes precautorias y las medidas protectoras urgentes. Así pues, durante la fase de respuesta urgente las aportaciones de otras entidades al proceso de adopción de decisiones sobre las medidas de respuesta necesarias serán limitadas.

4.6. A medida que evolucione la emergencia, la respuesta dejará de centrarse en la recuperación del control de la situación y en la adopción de medidas de protección del público y se concentrará en posibilitar la reanudación oportuna de la actividad social y económica. A partir de ese momento, las consideraciones radiológicas serán solo uno de los numerosos factores que deberán evaluarse en los procesos de toma de decisiones. En esta fase, la adopción de decisiones requerirá la participación de otras entidades, con responsabilidades pertinentes a diferentes niveles, que pueden no haber intervenido directamente durante la fase de respuesta urgente. Estas entidades deberían integrarse gradualmente en

la respuesta a la emergencia, cuando proceda, para que cumplan las funciones y responsabilidades que se les hayan asignado. Esa integración debería organizarse de modo que la labor de respuesta de que se trate pueda continuar sin interrupción como una actividad ordinaria a más largo plazo, cuando la organización de respuesta a la emergencia haya concluido su tarea.

4.7. Las atribuciones, funciones y responsabilidades de todas las organizaciones con respecto a la preparación y a la respuesta y recuperación en la fase de transición —incluidas la supervisión de la puesta en práctica de las disposiciones del marco jurídico y reglamentario y la consecución de los recursos necesarios (humanos, técnicos y financieros)— deberían determinarse en la etapa de preparación. La determinación de estos elementos debe basarse en las actividades que se prevea realizar durante la fase de transición para cumplir los requisitos establecidos en la sección 3. Como parte de estos arreglos, deberán quedar claramente asignadas, bien entendidas y debidamente documentadas en los respectivos planes y procedimientos de emergencia las atribuciones y la responsabilidad respecto de la decisión oficial sobre la finalización de una emergencia nuclear o radiológica. A este respecto, debe examinarse el hecho de que la entidad que tenga la facultad y la responsabilidad de tomar una decisión sobre la transición de una situación de exposición de emergencia a una situación de exposición ya sea existente o planificada puede no ser la misma para las zonas situadas dentro y fuera del emplazamiento (véase también el párr. 3.4).

4.8. En la etapa de preparación debería establecerse un mecanismo que permita movilizar y coordinar a diferentes organizaciones en distintos niveles, efectuar todo cambio necesario en las atribuciones y el desempeño de las responsabilidades durante la fase de transición, y resolver prontamente cualquier conflicto de responsabilidades. Este mecanismo deberá tener en cuenta que en la fase de transición se requerirán contribuciones multidisciplinarias, entre ellas las de la entidad explotadora, que habrán de canalizarse de manera eficiente y eficaz.

4.9. Los trasposos de responsabilidades a otras jurisdicciones u otras autoridades (o a otras unidades dentro de una misma organización) que sea necesario efectuar en la fase de transición se realizarán de manera formal, coordinada y plenamente transparente, y se comunicarán a todas las partes interesadas.

Dirección de los trabajos

4.10. Los cambios en la dirección de los trabajos que sean necesarios en las diversas fases de una emergencia nuclear o radiológica deberían identificarse en la etapa de preparación. Durante la fase de transición, la organización

establecida en la fase de respuesta a la emergencia para hacer frente a la situación de emergencia debería volver gradualmente a sus funciones ordinarias (no de emergencia), de modo que las entidades con las atribuciones, funciones y responsabilidades pertinentes puedan asumir las tareas ordinarias en la situación de exposición planificada o existente.

4.11. Tras la finalización oficial de la emergencia, la estructura de la organización de respuesta a la emergencia debería desactivarse. En esta etapa, la estructura directiva de las diversas organizaciones de respuesta debería volver a ser la que era antes de la emergencia para poder responder eficazmente a cualquier emergencia que ocurra en el futuro; sin embargo, algunas de estas organizaciones pueden tener que asumir responsabilidades adicionales. También pueden ser necesarios nuevos mecanismos de coordinación y consulta para las entidades que se ocupen de las consecuencias de la emergencia a más largo plazo en el marco de una situación de exposición existente o planificada.

4.12. Debería examinarse la necesidad de la existencia simultánea de diferentes estructuras directivas en distintas zonas geográficas, debido al cambio gradual de la dirección de los trabajos durante la fase de transición.

4.13. Las organizaciones que asuman la responsabilidad de las actividades en la fase de transición, y a más largo plazo en una situación de exposición existente, si procede, deben poder familiarizarse rápidamente con la situación. Deberían establecerse arreglos para poner a disposición de esas organizaciones la información y los datos pertinentes sobre la emergencia nuclear o radiológica, con inclusión, por ejemplo, de la estrategia de protección aplicada en la fase de respuesta a la emergencia y de los motivos que justificaron las decisiones adoptadas en esa fase.

4.14. Como parte de los arreglos mencionados en el párrafo 4.13:

- a) Deberían determinarse claramente los tipos de información y datos de la fase de respuesta a la emergencia que puedan ser de interés para la fase de transición y a más largo plazo.
- b) Deberían determinarse las organizaciones que necesitarán tener acceso a esa información y esos datos.
- c) Debería establecerse un mecanismo para el registro de esa información y esos datos durante la fase de respuesta a la emergencia y para su intercambio eficiente entre las organizaciones pertinentes, teniendo en cuenta la necesidad de seguir reuniendo y compartiendo datos en la fase de transición y a más largo plazo.

4.15. Debe estudiarse la posibilidad de prever un período acordado de coexistencia del personal directivo y técnico que se hará cargo de la fase de respuesta a la emergencia y el que se encargará de la fase de transición, para evitar toda discontinuidad entre las dos fases.

EVALUACIÓN DE LOS PELIGROS

4.16. El requisito 4 de la publicación GSR Part 7 [2] exige al gobierno que vele por que se lleve a cabo una evaluación de los peligros que sienta las bases para la aplicación de un enfoque graduado en la preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica. Los peligros determinados en relación con las instalaciones, actividades y fuentes (y sus posibles consecuencias) se han agrupado en cinco categorías de preparación para emergencias, que sirven de base para elaborar disposiciones de preparación y respuesta justificadas y optimizadas de forma genérica. En virtud del párrafo 5.14 de la publicación GSR Part 7 [2], se deberá establecer un sistema para poder clasificar prontamente, sobre la base de la evaluación de los peligros, toda emergencia nuclear o radiológica que requiera la adopción de medidas protectoras y otras medidas de respuesta. La declaración de una clase de emergencia pone en marcha un nivel coordinado y previamente planificado de respuesta en el emplazamiento y, cuando es el caso, fuera de él, de conformidad con la estrategia de protección. La publicación GS-G-2.1 [4] contiene más orientaciones a este respecto.

4.17. Teniendo en cuenta las incertidumbres y limitaciones de la información disponible en la etapa de preparación, la evaluación de los peligros permite determinar las instalaciones y actividades, las zonas dentro y fuera del emplazamiento y los lugares en que, en caso de emergencia nuclear o radiológica, puede justificarse la aplicación de medidas protectoras y otras medidas de respuesta. También deberían determinarse las instalaciones y actividades, las zonas dentro y fuera del emplazamiento y los lugares en que puedan requerirse medidas para poder poner fin a la emergencia.

4.18. El gobierno, las organizaciones de respuesta y la entidad explotadora deberían utilizar la evaluación de los peligros y las emergencias nucleares o radiológicas postuladas dentro de cada clase de emergencia para prever lo que podría comprender la fase de transición; también deberían procurar prever el nivel de respuesta requerido en relación con la fase de transición para una serie de emergencias nucleares o radiológicas postuladas y, de ese modo, sentar las bases para la aplicación de un enfoque graduado, como sigue:

- a) En el caso de una *emergencia general en una instalación correspondiente a las categorías de preparación para emergencias I o II*, con una emisión importante de materiales radiactivos al medio ambiente (como el accidente de Fukushima Daiichi de 2011, que se examina en un estudio de caso en el anexo I), la finalización de la emergencia se efectuará mediante la transición a una situación de exposición existente.
- b) En el caso de una *emergencia en la zona del emplazamiento de una instalación correspondiente a las categorías de preparación para emergencias I o II* y de una *emergencia en instalaciones que corresponda a las categorías I, II o III*, la finalización de la emergencia se efectuará mediante la transición a una situación de exposición planificada (como ocurrió en el incidente del daño del combustible en la central nuclear de Paks de 2003, que se examina en un estudio de caso en el anexo I). En este contexto, la situación de exposición planificada puede referirse a la continuación de la explotación normal, a la limpieza y la clausura, o al fin de la vida útil de la fuente relacionada con la emergencia, según proceda. En cualquier caso, no se prevé que las emergencias nucleares o radiológicas postuladas dentro de estas clases den lugar a una situación de exposición diferente, para el público, de la que existía antes de la emergencia.
- c) *Tras una alerta en una instalación que corresponda a las categorías de preparación para emergencias I, II o III*, se reanudará la explotación normal en una situación de exposición planificada.
- d) *La categoría de las emergencias nucleares o radiológicas de otro tipo abarca un amplio espectro de emergencias relacionadas con actividades o actos de la categoría de preparación para emergencias IV* y que pueden producirse en cualquier lugar (véase la publicación GSR Part 7 [2], párr. 4.19). En esta clase, según el tipo de emergencia de que se trate, la finalización puede consistir en la transición a una situación de exposición ya sea existente o planificada. Por ejemplo:
 - i) Una emergencia sin emisión de materiales radiactivos al medio ambiente finalizará con una transición a la misma situación de exposición, para el público afectado, que existía antes de la emergencia (como en el incidente radiológico de Hueypoxtla (México) en 2013, que se examina en un estudio de caso en el anexo I). La fuente recuperada puede seguirse explotando normalmente o retirarse del servicio. En el segundo caso, la fuente puede ser gestionada como desecho radiactivo con arreglo a los requisitos para una situación de exposición planificada.
 - ii) Una emergencia con una emisión de materiales radiactivos al medio ambiente que cause una radiactividad residual importante en el medio ambiente deberá finalizar con una transición a una situación de

exposición existente (como en el accidente de Goiânia en 1987 [12], que se examina en un estudio de caso en el anexo I).

4.19. La información que aporte la evaluación de los peligros debería utilizarse para determinar las opciones y limitaciones referentes a las disposiciones específicas para la fase de transición según el tipo de emergencia, incluida una estimación de los plazos en que podrían cumplirse los requisitos establecidos en la sección 3, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) la probable imposibilidad de predecir con exactitud cuándo y dónde se producirá la emergencia nuclear o radiológica, y cuáles serán sus efectos reales;
- b) la complejidad de los posibles trabajos de recuperación;
- c) las repercusiones posibles de factores no radiológicos, como las preocupaciones del público y la situación política, en la adopción de decisiones en el momento de la emergencia.³⁰

4.20. Una emergencia puede modificar los peligros aplicables en el Estado, con respecto a los que existían antes de la emergencia. Esa modificación podría requerir ajustes en las disposiciones de emergencia (la revisión de las disposiciones existentes y/o el establecimiento de otras nuevas para gestionar los nuevos peligros), en consonancia con los párrafos 4.26 y 4.27 de la publicación GSR Part 7 [2]. Por consiguiente, antes de adoptar una decisión sobre la finalización de la emergencia, es necesario efectuar una evaluación meticulosa de los peligros de la situación del momento y de su evolución futura, de conformidad con el requisito 4 de la publicación GSR Part 7 [2]. También deberían determinarse y abordarse las implicaciones de esta evaluación de los peligros para las disposiciones de emergencia existentes (véanse los párrs. 3.9 a 3.11 de la sección 3).

³⁰ Por ejemplo, la planificación para una emergencia general en una instalación correspondiente a la categoría de preparación para emergencias I (como una central nuclear) puede ser más detallada, especialmente en relación con la fase de respuesta urgente y la fase de respuesta temprana. En este caso, algunos aspectos tales como las zonas que puedan resultar afectadas, los hábitos y costumbres de la población posiblemente afectada y el uso de la tierra pueden determinarse en la etapa de preparación, como parte de la evaluación de los peligros. Las emergencias radiológicas relacionadas con una fuente peligrosa pueden producirse en cualquier lugar, y por lo tanto el enfoque de la preparación deberá ser más genérico.

PROTECCIÓN DEL PÚBLICO

Estrategia de protección

Consideraciones generales

4.21. Una estrategia de protección, tal como se utiliza este concepto en la presente Guía de Seguridad, describe de manera completa lo que se debe lograr en la respuesta a una emergencia nuclear o radiológica en todas sus fases, y cómo se llevará a la práctica esa estrategia mediante la aplicación de un conjunto justificado y optimizado de medidas protectoras y otras medidas de respuesta. En esta Guía de Seguridad se presta especial atención a la estrategia de protección en la fase de transición.

4.22. Las orientaciones dadas en esta subsección se centran en las consideraciones referentes a la protección del público y de la sociedad en general; la protección de los trabajadores de emergencias y de los ayudantes en la emergencia se examina en los párrafos 4.102 a 4.141.

Elaboración de estrategias de protección en la etapa de preparación

4.23. En virtud de la publicación GSR Part 7 [2]:

“4.27. El gobierno se asegurará de que en la [etapa] de preparación para emergencias, en función de los peligros identificados y de las posibles consecuencias de una emergencia nuclear o radiológica, se elaboren, justifiquen y optimicen estrategias de protección que, en caso de emergencia nuclear o radiológica, permitan adoptar eficazmente medidas protectoras y otras medidas de respuesta para cumplir los objetivos de la respuesta a emergencias.

.....

4.30. El gobierno se asegurará de que en la elaboración de la estrategia de protección intervengan y sean consultadas, según proceda, las partes interesadas.

4.31. El gobierno deberá asegurarse de que en la respuesta a emergencias se aplique de forma segura y eficaz la estrategia de protección, poniendo con ello en práctica [...] las disposiciones de emergencia [...]”.

4.24. La estrategia de protección debería abarcar, como mínimo, el período comprendido entre la declaración y la finalización de la emergencia, para respaldar el logro de todos los objetivos de la respuesta de emergencia enunciados en el párrafo 3.2 de la publicación GSR Part 7 [2]. El objetivo principal de la finalización de la emergencia y los requisitos establecidos en la sección 3 de la presente Guía de Seguridad deberían ser los elementos fundamentales en la elaboración de la estrategia de protección para la fase de transición.

4.25. En el caso de una emergencia a gran escala, la aplicación de una estrategia de protección podría continuar a más largo plazo en el marco de una situación de exposición existente (véanse las publicaciones WS-G-3.1 [16] y GSG-8 [17]). La estrategia de protección amplia elaborada en la etapa de preparación debería extenderse más allá de la finalización de la emergencia, a fin de apoyar todas las actividades necesarias para el logro de todos los objetivos a largo plazo.

4.26. La estrategia de protección para la fase de transición que se elabore en la etapa de preparación será probablemente menos detallada que la estrategia de protección para la fase de respuesta a la emergencia. Este menor grado de detalle se debe en muchos casos a las grandes incertidumbres que afectan a la predicción de cómo evolucionará la situación radiológica a largo plazo en las emergencias nucleares o radiológicas postuladas. Otras incertidumbres se relacionan con los factores sociales, económicos, políticos y de otra índole que existan en el momento de la emergencia, y con la creciente importancia que pueden tener estos factores no radiológicos en fases posteriores de la respuesta. Por consiguiente, la estrategia de protección para la fase de transición deberá precisarse mejor y adaptarse durante la propia fase de transición, a medida que se disponga de la información pertinente. El proceso que se aplicará para adaptar la estrategia de protección durante la respuesta a la emergencia debería acordarse con todas las autoridades y partes interesadas pertinentes, en la etapa de preparación, e incluirse en la estrategia.

4.27. Como parte de la estrategia de protección, deberán acordarse los procesos de justificación y optimización que se aplicarán para hacer frente a las condiciones imperantes a medida que evolucione la emergencia. En general, este acuerdo debería comprender los siguientes elementos:

- a) los procesos y métodos que se utilizarán en la fase de transición, incluida la indicación de las herramientas de ayuda a la adopción de decisiones que sean necesarias;
- b) las partes con las que habrá que consultar respecto de las aportaciones necesarias para los procesos de justificación y optimización;

- c) una clara definición de las funciones y responsabilidades en los procesos de justificación y optimización.

4.28. Como parte de los procesos de justificación y optimización, la estrategia de protección debería tener en cuenta los posibles efectos de las medidas adoptadas durante la fase de respuesta a la emergencia sobre las medidas que corresponda aplicar en la fase de transición y a más largo plazo. También debería examinarse y tomarse en consideración el impacto que puedan tener las medidas de respuesta a la emergencia en el cumplimiento de los requisitos para la finalización de la emergencia.³¹ Sin embargo, estas consideraciones no deberán comprometer la eficacia de la estrategia de protección para la fase de respuesta a la emergencia.

4.29. Toda estrategia de protección debería incluir: a) un nivel de referencia nacional, expresado como dosis residual aportada por todas las vías de exposición, que se utilizará como punto de comparación para optimizar la protección y la seguridad; b) los criterios genéricos para la adopción de medidas protectoras y otras medidas de respuesta; y c) los criterios operacionales establecidos previamente a nivel nacional para el inicio de las diferentes medidas de respuesta a la emergencia, de conformidad con el requisito 5 de la publicación GSR Part 7 [2] y teniendo en cuenta las recomendaciones formuladas en la presente Guía de Seguridad y en la publicación GSG-2 [5].

4.30. Las medidas de autoayuda del público destinadas a respaldar la aplicación de la estrategia de protección deberían ser parte integrante de toda estrategia de este tipo, especialmente para la fase de transición de una emergencia a gran escala que haya generado una emisión sustancial de materiales radiactivos al medio ambiente.

4.31. En la elaboración de la estrategia de protección deberían participar todas las organizaciones de respuesta a todos los niveles, así como las partes interesadas pertinentes (véanse los párrs. 4.197 a 4.207), a fin de establecer una visión común y mejorar la aceptabilidad, viabilidad y ejecución de todos los aspectos prácticos de la estrategia de protección propuesta.

³¹ Por ejemplo, si dos opciones de la estrategia de protección ofrecen el mismo grado de protección del público durante la fase de respuesta a la emergencia, se adoptará de preferencia aquella que perturbe en menor grado la vida de la sociedad, ya que esta opción respaldará mejor los esfuerzos ulteriores relacionados con la finalización de la emergencia y la recuperación general.

4.32. Cuando exista la posibilidad de consecuencias radiológicas importantes que trasciendan las fronteras nacionales, debería hacerse todo lo posible para formular la estrategia de protección en consulta con los Estados vecinos que puedan ser afectados directamente por la emergencia, a fin de establecer una respuesta coherente y coordinada.

4.33. Las estrategias de protección deberían utilizarse en la etapa de preparación para orientar el establecimiento de disposiciones de emergencia adecuadas en todas las organizaciones de respuesta.

Aplicación de la estrategia de protección en la fase de transición

4.34. La rápida aplicación de la estrategia de protección, tan pronto como se declare una emergencia, es de importancia vital para ofrecer el mejor nivel de protección posible en las circunstancias del caso, incluso si se dispone muy poca información, como puede ocurrir durante la fase de respuesta urgente. A medida que evolucione la emergencia, y en particular durante la fase de transición, se irá disponiendo de más información sobre las circunstancias que condujeron a la emergencia y sus consecuencias. La aplicación de la estrategia de protección deberá reevaluarse continuamente, introduciendo las adaptaciones que sean necesarias en función de las condiciones imperantes [5].

4.35. La eficacia de la estrategia de protección en la fase de transición debería evaluarse por referencia a los requisitos previamente establecidos para la finalización de la emergencia (véase la sección 3). Esta evaluación debe incluir una comparación de las dosis residuales para las poblaciones afectadas con los niveles de referencia escogidos.

4.36. El proceso de reevaluación y adaptación de la estrategia de protección durante la fase de transición debería prever la aplicación iterativa de los procesos de justificación y optimización (véanse los párrs. 4.39 a 4.51 y la figura 3).

4.37. Los motivos para adaptar la estrategia de protección deberían documentarse con toda transparencia, indicando las condiciones y los criterios considerados (incluidos los factores radiológicos y no radiológicos) y comunicarse a las autoridades y las partes interesadas pertinentes.

4.38. En la fase de transición es probable que aumente gradualmente tanto la necesidad de interactuar con las partes interesadas (véanse los párrs. 4.197 a 4.207) como el interés de esas partes por el proceso de adopción de decisiones. Aunque es preciso interactuar y consultar con las partes interesadas pertinentes,

debe estar claro que la responsabilidad de la adopción de decisiones oportunas durante este proceso recaerá en todo momento en las autoridades competentes. En la fase de transición, deberá prestarse atención al tiempo dedicado a esa interacción y consulta, y a la necesidad de aplicar la estrategia de protección de manera eficaz y puntual.

Justificación y optimización

Consideraciones generales

4.39. Los factores no radiológicos adquieren gradualmente más importancia en la adopción de decisiones en la fase de transición, a medida que las dosis disminuyen gracias a la aplicación eficaz de la estrategia de protección. Aunque en la justificación y optimización de la estrategia de protección deben considerarse tanto los factores radiológicos como los no radiológicos, en las situaciones en que las dosis son más altas (cercasas o superiores a una dosis efectiva de 100 mSv por año), las medidas protectoras se justifican casi siempre,³² y las consideraciones de protección radiológica pesan más, por lo general, que los efectos no radiológicos.

4.40. En los procesos de justificación y optimización deberían tenerse en cuenta una variedad de factores, como los que figuran, a título de ejemplo, en el cuadro II-1 del anexo II. Para ello, esos procesos deben organizarse de modo que puedan obtenerse aportaciones de las autoridades y las partes interesadas pertinentes.

4.41. Aunque algunos de los factores que deben tomarse en consideración en los procesos de justificación y optimización se conocen o pueden estimarse en la etapa de preparación, otros se ignoran o se conocen solo con una exactitud insuficiente. Estos factores son, por ejemplo, las condiciones meteorológicas y estacionales que reinarán, la posibilidad de que un suceso simultáneo o inmediatamente anterior o posterior (como una emergencia convencional) cause una pérdida importante de infraestructura esencial, los radionucleidos concretos relacionados con la emergencia y los diferentes modos de vida y hábitos alimentarios de la población. En los procesos de justificación y optimización deberían reconocerse estas incertidumbres y limitaciones de la información disponible en la etapa de preparación; las incertidumbres deben reflejarse adecuadamente en la estimación

³² Un ejemplo de una medida no justificada a este nivel de dosis sería la evacuación arriesgada (p. ej., de pacientes graves sin garantías de poder mantener la atención médica) de los enfermos hospitalizados en la zona cuando se haya ordenado una evacuación.

del impacto de la emergencia y ser objeto de la debida atención durante la respuesta.

4.42. Los procesos de justificación y optimización de la estrategia de protección deberían realizarse en todas las fases de una emergencia, especialmente en la de transición, para evaluar continuamente los efectos de la estrategia en la situación radiológica global, con inclusión de: a) las dosis residuales recibidas por las personas, en comparación con los niveles de referencia, b) las repercusiones en la sociedad y c) otros efectos no radiológicos. Esta reevaluación continua debería indicar los progresos realizados en el cumplimiento de los requisitos para la finalización de la emergencia, y conducir a la adaptación de la estrategia de protección, cuando sea necesario, para poder satisfacer los requisitos pertinentes enunciados en la sección 3 (véase la figura 3).

Justificación

4.43. A tenor del párrafo 4.29 de la publicación GSR Part 7 [2], “[s]erá preciso demostrar que cada una de las medidas protectoras previstas como parte de la estrategia de protección, así como la propia estrategia, estén justificadas”. La aplicación del principio de la justificación permite a las autoridades respectivas determinar:

“si es probable que una medida protectora o una medida reparadora propuesta sea globalmente beneficiosa; es decir, si los beneficios previstos para las personas y la sociedad (incluida la reducción del detrimento por la radiación) como consecuencia de la iniciación o continuación de la medida protectora o la medida reparadora superan el costo de la aplicación de esa medida y cualquier perjuicio o daño producido por dicha medida” (GSR Part 3 [3]).

4.44. Al determinar si las medidas propuestas y la estrategia de protección se justifican, la reducción del detrimento por la radiación debe sopesarse con los efectos en otros ámbitos, como la salud pública, la perturbación social y económica, las consideraciones éticas y el medio ambiente. Como ejemplos de estos efectos cabe mencionar: a) la posible reducción de la esperanza de vida debido al estrés causado por el reasentamiento, b) los costos generados por la pérdida de infraestructura esencial, c) la pérdida de productividad de las instalaciones industriales, d) la necesidad de otorgar pagos de indemnización a los afectados, e) el impacto en la sociedad causado por la pérdida de lugares de gran importancia cultural o histórica y (f) los costos que tendrá para la sociedad y su economía la gestión de los desechos radiactivos generados.

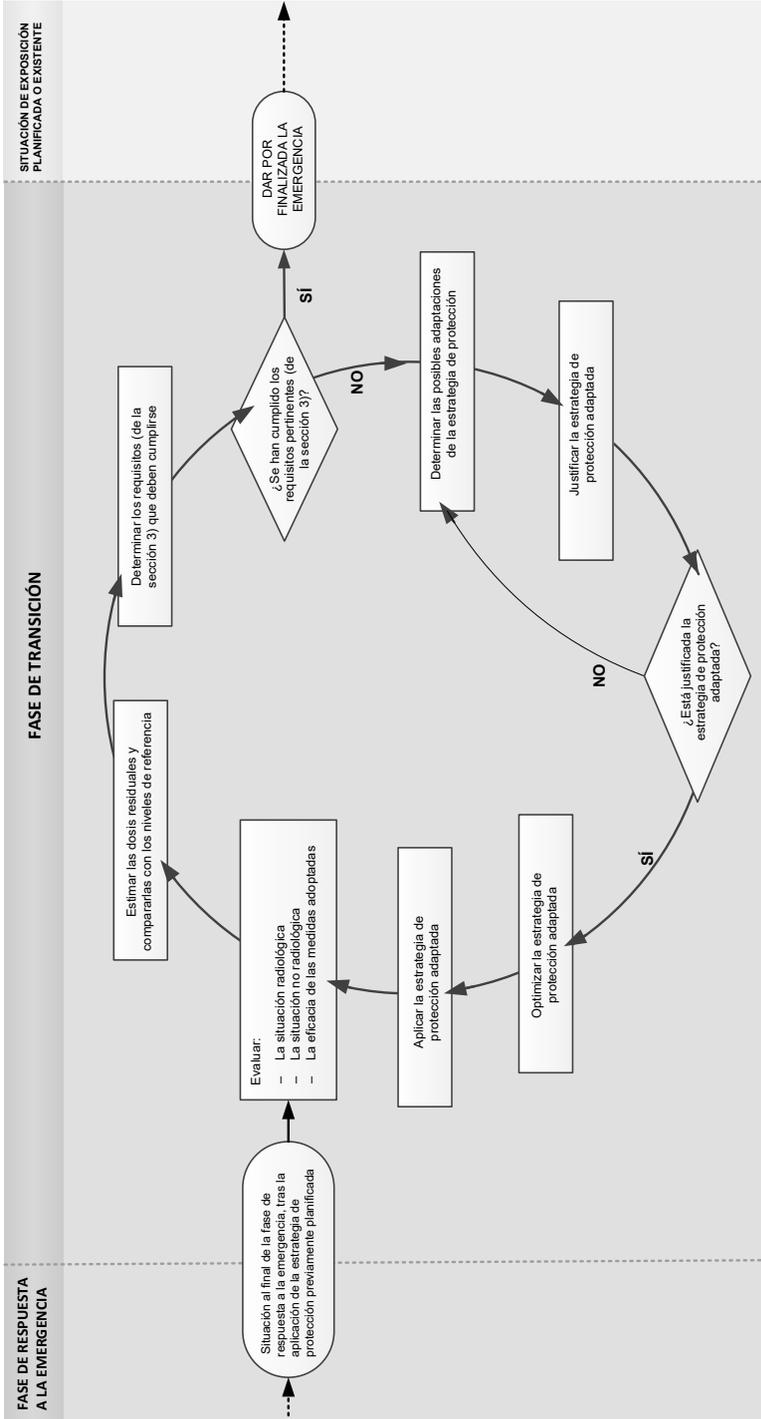


Fig. 3. Proceso iterativo para evaluar la aplicación y adaptación de la estrategia de protección en la fase de transición.

4.45. Teniendo en cuenta las incertidumbres y las limitaciones de la información disponible, debería elaborarse una estrategia de protección justificada, con medidas justificadas, durante la etapa de preparación. Deben evitarse las medidas protectoras y otras medidas de respuesta que respondan únicamente a una presión política o a la preocupación pública y que no tengan un fundamento científico y técnico, ya que estas medidas pueden requerir posteriormente actividades de rehabilitación que no se justifiquen en términos del daño y los costos causados, especialmente a más largo plazo. Además, la adopción de esas medidas injustificadas puede dar al público la impresión de que el riesgo causado por la emergencia es mucho mayor que el riesgo efectivo y generar, de ese modo, un estado de ansiedad y consecuencias psicológicas adversas que pueden evitarse.

4.46. Las medidas protectoras y la estrategia de protección deberían reevaluarse periódicamente en la fase de transición para comprobar que sigan siendo más beneficiosas que dañinas, a la luz de toda nueva información de que se vaya teniendo conocimiento.

4.47. De conformidad con el párrafo 4.31, apartado h), de la publicación GSR Part 7 [2], las medidas protectoras y otras medidas de respuesta se interrumpirán cuando dejen de estar justificadas.

Optimización

4.48. La optimización de la protección y la seguridad debe aplicarse a las medidas protectoras y a la estrategia de protección una vez que se ha demostrado que están justificadas con arreglo a lo dispuesto en los párrafos 4.39 a 4.47.

4.49. La optimización de la protección y la seguridad se define en la publicación GSR Part 3 [3] en los siguientes términos:

“Proceso por el cual se determina el nivel de protección y seguridad que permite que la magnitud de las dosis individuales, el número de personas (trabajadores y miembros del público) sometidos a exposición y la probabilidad de que se den exposiciones se mantengan en ‘el valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales pertinentes’”.

El objetivo es lograr el mejor nivel de protección posible en las circunstancias reinantes; este nivel no será necesariamente la opción con la dosis más baja.

4.50. El proceso de optimización debería permitir tener en cuenta todos los factores pertinentes (véanse los ejemplos dados en el cuadro II-1 del anexo II) en el proceso de adopción de decisiones. La optimización de la protección y la seguridad debería ser un proceso iterativo y orientado al futuro, que examine las opciones disponibles para la protección y ajuste las medidas con miras a obtener el mejor resultado posible.

4.51. La aplicación de una estrategia de protección optimizada debería generar niveles de exposición inferiores al nivel de referencia, y tan bajos como sea razonablemente posible, mientras esas reducciones se justifiquen, habida cuenta de los aspectos indicados en el párrafo 4.44. La optimización debería aplicarse incluso si las dosis proyectadas inicialmente son inferiores al nivel de referencia definido, pero solo si hay medidas disponibles para reducir la exposición y esas medidas están justificadas.

Niveles de referencia

4.52. Para las situaciones de exposición de emergencia, las publicaciones GSR Part 7 [2] y GSR Part 3 [3] y la referencia [28] exigen el establecimiento de un límite de referencia típico, expresado en términos de la dosis residual, que normalmente será una dosis efectiva de entre 20 mSv y 100 mSv, aguda o anual, incluidas las contribuciones de dosis de todas las vías de exposición. Por encima de este nivel, no se considera adecuado permitir la exposición como resultado de la situación reinante (lo que representa un límite superior para la optimización). La dosis residual expresa la exposición acumulada desde el inicio del suceso y a lo largo de un período de tiempo especificado, teniendo en cuenta la aplicación de la estrategia de protección, si la hubiere.³³

4.53. Los niveles de referencia son una herramienta para optimizar la estrategia de protección, de modo que toda optimización de la protección dará prioridad a reducir la exposición que supere el nivel de referencia; pero la optimización

³³ En las situaciones de exposición de emergencia que pueden causar dosis por un período inferior a un año, la dosis residual será la dosis total aportada por todas las vías de exposición durante todo el período de la emergencia. En el caso de una emergencia a gran escala que genere exposiciones a más largo plazo debido a la presencia de materiales radiactivos residuales en el medio ambiente, la dosis residual comprenderá la dosis total aportada por todas las vías de exposición en el curso de un año contado a partir del inicio de la emergencia. Con respecto a las dosis residuales que se utilizarán durante la respuesta, la dosis residual total incluirá las dosis recibidas por todas las vías de exposición (dosis recibida) y las dosis previstas para el futuro (dosis residual proyectada), teniendo en cuenta la aplicación de la estrategia de protección, si la hubiere.

de la protección debería seguirse aplicando también por debajo del nivel de referencia, en la medida en que se justifique (es decir, en que esté demostrado que la estrategia sometida a la optimización es más beneficiosa que dañina). Las exposiciones a dosis superiores a 100 mSv pueden estar justificadas en algunas circunstancias, ya sea porque la exposición es inevitable o porque, en situaciones excepcionales, los beneficios previstos claramente son más importantes que los riesgos para la salud. Esta situación podría darse, por ejemplo, en el caso de pacientes graves cuya evacuación suponga un riesgo para la salud más alto que la dosis que probablemente reciban si permanecen en el lugar hasta que se pueda organizar su evacuación en condiciones de seguridad.

4.54. El nivel de referencia debería utilizarse también como punto de comparación en la evaluación retrospectiva de la eficacia de las medidas y la estrategia de protección aplicadas en la respuesta (véanse las refs. [2, 26, 29]). Esta comparación permitirá determinar si es necesario adaptar la estrategia de protección para hacer frente a las condiciones imperantes. En este proceso, deberían determinarse y aplicarse nuevas medidas protectoras que den prioridad a los grupos o individuos cuyas dosis superen el nivel de referencia, asignando los recursos disponibles en consecuencia.

4.55. La decisión de seleccionar los valores numéricos que constituirán el nivel de referencia nacional compete a la autoridad nacional pertinente. Esta selección dependerá de una serie de circunstancias, como las condiciones nacionales y locales (p. ej., la situación económica y social del momento, y los recursos y capacidades locales, regionales y nacionales disponibles), la fase de la emergencia en cuestión, la utilidad de reducir o evitar la exposición y la disponibilidad de opciones para hacerlo. El proceso de selección de los valores numéricos que constituirán el nivel de referencia nacional debería basarse en los resultados de la evaluación de los peligros y en la consideración de las medidas protectoras urgentes, las medidas protectoras tempranas y otras medidas de respuesta aplicadas, así como de la evolución a largo plazo proyectada de la exposición. Al seleccionar los valores de los niveles de referencia, debería tenerse en cuenta que la elección de un valor cercano al límite inferior no ofrecerá necesariamente una mejor protección si se consideran también otros factores (véase el anexo II) en los procesos globales de justificación y optimización.

4.56. Los dos ejemplos siguientes aclaran el proceso de aplicación del concepto del nivel de referencia a las dosis residuales durante la fase de transición de una emergencia a gran escala y de una emergencia menor:

- a) Una emergencia con contaminación a gran escala y exposición del público debido a la presencia de materiales radiactivos residuales de larga duración en el medio ambiente dará lugar a una exposición a más largo plazo, que disminuirá con el tiempo. El grado de reducción de las dosis residuales con el tiempo dependerá de varias circunstancias, incluidas la eficacia y eficiencia de la puesta en práctica de la estrategia de protección. La aplicación eficaz de la estrategia de protección conducirá a la disminución de las dosis residuales hasta niveles cercanos a una dosis efectiva de 20 mSv por año, lo que facilitará los esfuerzos destinados a posibilitar la transición a una situación de exposición existente.
- b) Una emergencia relacionada con una fuente peligrosa pero que no genere la presencia de materiales radiactivos residuales de larga duración en el medio ambiente no requerirá la reducción gradual de la dosis residual, como en el ejemplo del párrafo 4.56, apartado a). En esta situación, aunque a los efectos de la respuesta puede seleccionarse un nivel de referencia dentro del rango propuesto para la situación de exposición de emergencia (véase el párr. 4.52), una vez que la fuente se haya recuperado y esté segura, el concepto del nivel de referencia dejará de aplicarse, porque volverá a regir una situación de exposición planificada.

4.57. En general, un nivel de referencia de la magnitud utilizada en una situación de exposición de emergencia no será aceptable como punto de comparación a largo plazo para una situación de exposición existente (véanse los párrs. 4.29 y 4.54). La finalización de la emergencia no debería ser una opción si la dosis efectiva anual (la dosis residual) que recibiría la población afectada que se quedara a vivir en la zona en situación de exposición de emergencia se aproxima al extremo superior del rango del nivel de referencia fijado para una situación de exposición de ese tipo.

4.58. Sin embargo, en casos excepcionales, cuando no haya medidas justificadas y optimizadas que puedan adoptarse para reducir aún más las dosis residuales, podrá seleccionarse para la finalización de la emergencia un valor del nivel de referencia que esté por encima del extremo inferior del rango típico de este nivel para una situación de exposición de emergencia (que es el extremo superior del rango para una situación de exposición existente), previa consulta con todas las partes interesadas. En este caso, debería continuar la labor destinada a investigar las opciones posibles para reducir las dosis y, en la medida que sea viable y razonable, a evaluar y minimizar la exposición de las personas afectadas. Esta labor puede incluir la prestación de asesoramiento y apoyo a las personas para ayudarlas a reducir al mínimo la exposición (p. ej., mediante medidas de autoayuda).

4.59. Una dosis residual cercana al extremo inferior del rango del nivel de referencia para una situación de exposición de emergencia (del orden de 20 mSv de dosis efectiva en un año (véase el cuadro 1)) debería aceptarse para la finalización de la emergencia; en este caso, será necesario probablemente proseguir los esfuerzos para lograr una reducción progresiva de las dosis a más largo plazo.

4.60. Tras la finalización de la emergencia y la transición a una situación de exposición existente, debería aplicarse el nivel de referencia para la dosis residual en una situación de exposición de este tipo, es decir un nivel comprendido entre 1 mSv y 20 mSv por año, conforme a lo establecido en la publicación GSR Part 3 [3] (véase el cuadro 1). La Comisión Internacional de Protección Radiológica recomienda que el nivel de referencia para la optimización de la estrategia de protección se seleccione en el extremo inferior del rango de 1 mSv a 20 mSv por año como objetivo a largo plazo para las situaciones de exposición existente (véase la ref. [29]). En las publicaciones WS-G-3.1 [16] y GSG-8 [17] figuran más orientaciones a este respecto.

4.61. Lo que es posible alcanzar en un período de tiempo dado diferirá de una zona a otra. Puede ser necesario utilizar diferentes niveles de referencia como puntos de comparación para el proceso de optimización a fin de que distintas zonas geográficas puedan hacer la transición a una situación de exposición existente al mismo tiempo. Las partes interesadas, incluida la población de las zonas afectadas, deberían ser informadas de los motivos de estas diferencias.

CUADRO 1. RESUMEN DE LA APLICABILIDAD DE LOS NIVELES DE REFERENCIA A DIFERENTES SITUACIONES DE EXPOSICIÓN

Rango del nivel de referencia para la dosis residual	Aplicabilidad
20 mSv a 100 mSv ^a	Situación de exposición de emergencia
~20 mSv ^b	Transición de una situación de exposición de emergencia a una situación de exposición existente
1 mSv a 20 mSv ^b	Situación de exposición existente

^a Dosis efectiva aguda o anual.

^b Dosis efectiva anual.

Criterios genéricos y criterios operacionales

4.62. Los criterios genéricos y los criterios operacionales son conceptos de la estrategia de protección que son necesarios para aplicar las medidas protectoras y otras medidas de respuesta en una emergencia nuclear o radiológica, como se describe en las publicaciones GSR Part 7 [2] y GSG-2 [5]. Si la dosis proyectada o la dosis que se ha recibido³⁴ en una emergencia supera los criterios genéricos, deben aplicarse medidas protectoras y otras medidas de respuesta, ya sea por separado o en forma combinada.

4.63. En virtud del párrafo 4.28, apartado 3, de la publicación GSR Part 7 [2], deben establecerse criterios genéricos nacionales para la adopción de medidas protectoras y otras medidas en la respuesta a una emergencia. En el apéndice II de la misma publicación se presenta un amplio conjunto de criterios genéricos que deben tenerse en cuenta al elaborar una estrategia de protección justificada y optimizada a nivel nacional, en particular al establecer los criterios genéricos nacionales. Los criterios genéricos consignados en el apéndice II de la publicación GSR Part 7 [2] se consideran justificados y optimizados de forma genérica, y están concebidos para ser aplicados: a) en la adopción de medidas protectoras y otras medidas de respuesta para evitar o reducir al mínimo los efectos deterministas graves, reducir razonablemente el riesgo de efectos estocásticos y mitigar las repercusiones económicas de una emergencia ofreciendo una base para la reanudación del comercio internacional, y b) como orientación en la actuación encaminada a posibilitar la transición a una situación de exposición existente.

4.64. En el apéndice II de la publicación GSR Part 7 [2], los criterios genéricos para posibilitar la transición a una situación de exposición existente se fijan en las siguientes dosis proyectadas:

- a) una dosis efectiva de 20 mSv por año;
- b) una dosis equivalente para un feto de 20 mSv durante todo el período de desarrollo intrauterino.

4.65. Cuando se produce una emergencia, la adopción de decisiones rápidas es esencial para poder aplicar eficazmente las medidas de respuesta necesarias. A fin de facilitar esa aplicación, deberían elaborarse criterios operacionales, basados en los criterios genéricos, para poder iniciar determinadas medidas de respuesta a la emergencia sin necesidad de más evaluaciones en relación con los criterios

³⁴ Véanse más detalles en la publicación GSG-2 [5].

genéricos y antes de disponer de una información sustancial sobre la situación. Los criterios operacionales utilizados en la fase de respuesta a la emergencia comprenden las condiciones observables en el emplazamiento, los niveles de actuación de emergencia (NAE) y los niveles de intervención operacional (NIO). En la publicación GSG-2 [5] figuran más orientaciones sobre los criterios que deben aplicarse en la preparación y respuesta para casos de emergencia.

4.66. En la fase de transición, los NIO basados en los criterios genéricos para la adopción de determinadas medidas protectoras y otras medidas de respuesta, y los NIO basados en los criterios genéricos para posibilitar la transición a una situación de exposición existente (véase el párr. 4.64) (denominados NIO_T en la presente Guía de Seguridad) respaldarán:

- a) la toma de decisiones sobre el levantamiento o la adaptación de las medidas protectoras, a saber, la determinación de las medidas que deban levantarse o adaptarse, el momento en que pueda ser necesario hacerlo y a quién se aplicará la decisión;
- b) la ejecución de actividades que posibiliten la transición de la situación de exposición de emergencia a una situación de exposición existente, al proporcionar una base para la realización de actividades sencillas que reduzcan la dosis residual.

4.67. En el apéndice de la presente Guía de Seguridad figuran los NIO que deberían tenerse en cuenta al establecer los NIO nacionales que se aplicarán de conformidad con el párrafo 4.66. También se exponen algunas consideraciones y una metodología para calcular los NIO_T como apoyo a la aplicación de los criterios genéricos para posibilitar la transición a una situación de exposición existente.

4.68. Al igual que los otros niveles de intervención operacional por omisión, los valores de los NIO_T por omisión deberían elaborarse utilizando supuestos conservadores con respecto a la emergencia, la población afectada y las condiciones reinantes. Sin embargo, si las características de la emergencia difieren de las utilizadas como base para el cálculo de los valores de los NIO_T por omisión, estos valores debería volverse a calcular empleando la misma metodología pero con la nueva información disponible. En virtud del párrafo 4.28, apartado 4, de la publicación GSR Part 7 [2], deben establecerse mecanismos para revisar los NIO por omisión en el curso de una emergencia, teniendo en cuenta las condiciones reinantes y su evolución. Toda estrategia de protección debería contener una metodología y procedimientos para recalcular los valores de los NIO_T en el curso de una emergencia, en función de las condiciones imperantes.

4.69. Cuando se revisen los NIO por omisión durante una emergencia, deberán tenerse un conocimiento adecuado de la situación y razones convincentes para esa revisión. El público y las otras partes interesadas deberían ser informados de las razones de todo cambio en los niveles de intervención operacional aplicados en una emergencia específica.

Adaptación y levantamiento de las medidas protectoras

Consideraciones generales

4.70. Las medidas protectoras urgentes más comunes en una estrategia de protección son: a) la evacuación; b) el refugio en espacios interiores; c) el bloqueo de la tiroides; d) las restricciones a la producción agrícola local y al consumo de la leche de los animales de pastoreo, el agua de lluvia y otras fuentes abiertas de agua para beber; e) las restricciones al uso de productos básicos que puedan dar lugar a una exposición importante; f) la descontaminación de las personas, cuando proceda; y g) medidas para prevenir la ingestión accidental. Muchas de estas medidas protectoras urgentes pueden aplicarse a título precautorio sobre la base de las condiciones observables o del estado de la vegetación antes de la emisión de materiales radiactivos o antes del inicio de la exposición a la radiación (medidas protectoras urgentes precautorias). La decisión sobre la adopción de medidas protectoras urgentes se basa con frecuencia en una información limitada sobre la emergencia y se guía por supuestos conservadores acerca de la evolución y los efectos posibles de la situación de exposición.

4.71. Las medidas protectoras tempranas más comunes en una estrategia de protección son: a) la reubicación de la población; b) las restricciones a largo plazo al consumo de ciertos alimentos, de leche y del agua de bebida; c) las restricciones al uso de productos básicos que puedan dar lugar a una exposición importante; d) intervenciones para prevenir la ingestión accidental y controlar la propagación de la contaminación (como el control del acceso a las zonas en que se esté efectuando una evacuación o una reubicación de la población); y e) la descontaminación de zonas o productos para reducir aún más las dosis individuales. Las decisiones sobre la adaptación de las medidas protectoras urgentes y la aplicación de medidas protectoras tempranas se basan en la información cada vez más detallada de que se va disponiendo y en el mejor conocimiento de la situación de exposición.

4.72. La fase de transición se caracteriza por el paso de una estrategia dictada principalmente por la urgencia a otra que se basa en evaluaciones más completas y tiene por objeto reducir la exposición a más largo plazo y mejorar las condiciones

de vida. La estrategia de protección ya establecida deberá probablemente ajustarse para determinar dónde se requieren nuevas medidas protectoras y para quién; las medidas protectoras que ya no sean necesarias se levantarán o adaptarán. Por ejemplo, algunas de las medidas protectoras urgentes aplicadas a título precautorio podrán suprimirse si una nueva evaluación indica que ya no se justifican. La decisión de que ciertas medidas protectoras ya no se justifican puede basarse en la evolución positiva de la situación y el restablecimiento de condiciones seguras, o en pruebas que demuestren que esas medidas nunca fueron necesarias porque el impacto de la emergencia fue limitado.

4.73. La adaptación o el levantamiento de las medidas protectoras en la fase de transición deberían justificarse y optimizarse en función de las condiciones reinantes, teniendo en cuenta los resultados de la caracterización detallada de la situación de exposición y de las vías de exposición (véanse los párrs. 4.142 a 4.157), junto con una serie de consideraciones radiológicas y no radiológicas.

4.74. Las decisiones sobre la adaptación y/o el levantamiento de las medidas protectoras (p. ej., el levantamiento de las órdenes de evacuación o reubicación, o de las restricciones al consumo de ciertos alimentos) deberían tomarse cuando se hayan evaluado los efectos de las dosis residuales en la población afectada.

4.75. Para iniciar los debates y poder adoptar decisiones sobre la adaptación o el levantamiento de las medidas protectoras en la fase de transición, los niveles de intervención operacional tienen que haberse establecido en la etapa de preparación, teniendo en cuenta los NIO por omisión consignados en el apéndice de la presente Guía de Seguridad. Los NIO preestablecidos deberían emplearse para examinar cuáles medidas protectoras específicas deben levantarse o adaptarse, cuándo puede ser necesario hacerlo y para quién. Tras este examen preliminar, la decisión final sobre la adaptación o el levantamiento de las medidas protectoras debería adoptarse sobre la base de una evaluación de la dosis residual (véase el párr. 4.74) aportada por todas las vías de exposición, con respecto al nivel de referencia preestablecido para posibilitar la transición (véase el párr. 4.57).

4.76. Dado que las condiciones reinantes pueden variar dentro de una zona afectada, debería tenerse en cuenta que la adaptación o el levantamiento de las medidas protectoras pueden tener que realizarse en diferentes momentos en los distintos lugares. Los cambios demasiado frecuentes en las medidas protectoras aplicadas deberían evitarse, a menos que reporten beneficios importantes, porque pueden menoscabar la confianza del público en las decisiones de las autoridades.

4.77. Antes de la adaptación o el levantamiento de una medida protectora, debería informarse al público y a las otras partes interesadas sobre las medidas que se adaptarán o levantarán, explicando por qué, cuándo y dónde tendrán lugar estas acciones y cómo los afectarán.

Consideraciones sobre la adaptación o el levantamiento de determinadas medidas protectoras

Bloqueo de la tiroides

4.78. La profilaxis con yodo es una medida protectora urgente a corto plazo que protege la tiroides contra el yodo radiactivo (véanse las refs. [2, 4, 5, 30]). Puede aplicarse a título precautorio, aunque no suele utilizarse en forma aislada sino más bien en combinación con otras medidas protectoras, como el refugio en espacios interiores. El bloqueo de la tiroides no es una medida protectora que deba aplicarse por períodos prolongados, aunque en algunas circunstancias puede ser aconsejable una administración repetida de yodo estable. Cuando sea necesario aplicar el bloqueo de la tiroides por un período más largo (p. ej., de varios días), debería estudiarse la posibilidad de una evacuación o una reubicación de la población. El bloqueo de la tiroides es adecuado en la fase de respuesta urgente, y no en la fase de transición. Esta medida se adapta o levanta en la fase de respuesta a la emergencia.

Refugio en espacios interiores

4.79. El refugio en espacios interiores es otra medida protectora urgente que es relativamente fácil de aplicar en una emergencia, ya sea como precaución o como medida protectora urgente durante un período breve, hasta que puedan aplicarse sin riesgo otras medidas más eficaces pero más disruptivas (como la evacuación). El refugio en espacios interiores no debería prolongarse demasiado (no más de dos días aproximadamente). Esta medida no es apropiada para la fase de transición, pero puede levantarse o adaptarse durante esta fase.

4.80. Los aspectos que deben tomarse en consideración al decidir adaptar o levantar la orden de permanecer en espacios interiores emitida durante la fase de respuesta a la emergencia comprenden lo siguiente:

- a) el grado de protección que ofrecen los tipos de edificios utilizados como refugios (el factor de blindaje y la estanqueidad a la difusión de la atmósfera exterior);

- b) la necesidad de seguir aplicando simultáneamente el bloqueo de la tiroides, cuando proceda;
- c) la atención médica y las otras necesidades de las personas confinadas en espacios interiores (p. ej., la disponibilidad de medicamentos, suministros alimentarios, ropa limpia y saneamiento);
- d) la necesidad de aumentar gradualmente el tiempo que los miembros del público puedan pasar al aire libre hasta el levantamiento total de la orden de permanecer en espacios interiores, teniendo en cuenta las instrucciones que sea preciso dar con respecto a las zonas que deban evitarse cuando se salga al exterior;
- e) la necesidad de otras medidas protectoras, sobre la base de los criterios genéricos y de los niveles de intervención operacional, en sustitución del refugio en espacios interiores (p. ej., la evacuación o la reubicación de la población).

Evacuación

4.81. La evacuación puede efectuarse como medida precautoria sobre la base de las condiciones observables o de las condiciones de la central (es decir, los NAE) o como medida protectora urgente sobre la base de los niveles de intervención operacional. Debido al carácter temporal de la evacuación, el levantamiento de esta medida protectora debería ser prioritario, teniendo en cuenta los siguientes criterios (véase el apéndice):

- a) En una zona evacuada en que los resultados de la monitorización indiquen que las dosis proyectadas pueden exceder de los criterios genéricos para la reubicación de la población (es decir, en que los resultados de las mediciones superen el NIO2 establecido en la publicación GSG-2 [5]), la evacuación debería sustituirse por la reubicación de la población para mejorar las condiciones de vida de los evacuados.
- b) En una zona evacuada en que los resultados de la monitorización indiquen que las dosis proyectadas no exceden de los criterios genéricos para la reubicación de la población (es decir, en que los resultados de las mediciones no superen el NIO2 establecido en la publicación GSG-2 [5]), la evacuación debería darse por terminada si las personas podrán vivir normalmente en esa zona sin restricciones o con restricciones solo limitadas (p. ej., la restricción del consumo de alimentos de producción local o del acceso a algunas áreas recreativas) y si se cumplen las condiciones establecidas en el párrafo 4.101.
- c) En una zona evacuada en que los resultados de la monitorización indiquen que las dosis proyectadas no exceden de los criterios genéricos para la

reubicación de la población (es decir, en que los resultados de las mediciones no superen el NIO₂ establecido en la publicación GSG-2 [5]), pero en que algunas restricciones limitadas no sean suficientes para proteger a la población que vuelva a vivir normalmente en ella, o en que no se cumplan las condiciones establecidas en el párrafo 4.101, la orden de evacuación no debería levantarse hasta que la zona pueda gestionarse como una situación de exposición existente, una vez cumplidos los requisitos establecidos en la sección 3 y las condiciones del párrafo 4.101.³⁵

4.82. En las zonas con las circunstancias a que se refiere el párrafo 4.81, apartado c), los NIO_T (indicados en el apéndice) pueden orientar las medidas de rehabilitación destinadas a preparar esas zonas para que las personas puedan vivir normalmente en ellas con restricciones solo limitadas. Al decidir si se autorizará el regreso de la población a esas zonas, deberían tomarse en consideración las dosis residuales aportadas por todas las vías de exposición —en las circunstancias reales— teniendo en cuenta las restricciones limitadas que seguirán rigiendo en el lugar.

4.83. Cuando la evacuación se sustituya por la reubicación de la población, las personas evacuadas deberían tener acceso a las zonas evacuadas por breves períodos de tiempo y de manera controlada, a fin de que puedan prepararse para una reubicación a más largo plazo.

Reubicación de la población

4.84. La reubicación es una medida protectora temprana destinada a perdurar por períodos más largos (meses). La adaptación o el levantamiento de esta medida es menos urgente que en el caso de la evacuación, por lo que se dispone de más tiempo para la planificación. Las condiciones para poner fin a la reubicación son las mismas que las señaladas para el levantamiento de la orden de evacuación en los párrafos 4.81, apartados b) y c), y 4.82.

Restricciones al consumo de ciertos alimentos, de leche y del agua de bebida

4.85. Las restricciones al consumo de ciertos alimentos, de leche y del agua de bebida que se hayan impuesto a modo de precaución en la fase de respuesta a

³⁵ Si las autoridades responsables no pueden cumplir algunos de los requisitos pertinentes de la sección 3 o algunas de las condiciones del párrafo 4.101 en las zonas evacuadas, debería procederse a la delimitación de esas zonas y a la reubicación de la población, en lugar de su evacuación de la zona, para posibilitar la pronta finalización de la emergencia.

la emergencia sobre la base de estimaciones (p. ej., que se hayan establecidos utilizando los NAE o los valores del NIO3 de la publicación GSG-2 [5] y ajustado posteriormente con arreglo a los valores del NIO5 y el NIO6 de la GSG-2 [5] o del NIO7 de la ref. [31]) deberían caracterizarse en detalle en la fase de transición. El propósito es determinar las zonas de producción de alimentos y los productos alimentarios que deban seguir sometidos a restricciones también a plazo más largo, y las restricciones que deban levantarse. Al examinar la necesidad de levantar o adaptar esta medida protectora deberían utilizarse los niveles de intervención operacional para la restricción del consumo de alimentos, leche y agua de bebida establecidos mediante la toma de muestras y el análisis (es decir, los valores del NIO6 de la publicación GSG-2 [5]).

4.86. El NIO6 de la publicación GSG-2 [5] se obtuvo aplicando como criterio genérico una dosis efectiva proyectada de 10 mSv por año y utilizando supuestos sumamente conservadores (véanse más detalles en la publicación GSG-2 [5]). En la fase de transición, deberían estimarse las dosis recibidas por ingestión y su contribución a la dosis residual en las condiciones reales, para poder tomar una decisión sobre la adaptación o el levantamiento de esta medida protectora. Cabe prever que en las condiciones reales la contribución de las dosis por ingestión a la dosis residual total será muy inferior a una dosis efectiva de 10 mSv por año.

4.87. En el caso de las situaciones de exposición existente, el requisito 51 de la publicación GSR Part 3 [3] dispone que deberán establecerse niveles de referencia específicos para la exposición debida a la presencia de radionucleidos en productos básicos como los alimentos y el agua para beber, y que cada uno de ellos deberá expresarse normalmente como una dosis efectiva anual para la persona representativa que en general no supere un valor de aproximadamente 1 mSv, o basarse en esta dosis. Además, la Organización Mundial de la Salud ha publicado guías para la calidad del agua potable [32] que contienen niveles orientativos para los radionucleidos presentes en el agua potable en situaciones de exposición prolongada causadas por emergencias del pasado. Así pues, para alcanzar esos niveles puede ser necesario imponer restricciones adicionales al consumo de ciertos alimentos, de leche y del agua de bebida, que se extiendan por un período más largo, en una situación de exposición existente. Sin embargo, este aspecto va más allá de las consideraciones referentes a la finalización de la emergencia y no corresponde al ámbito de aplicación de la presente Guía de Seguridad.³⁶

4.88. Al aplicar restricciones al comercio internacional de alimentos, leche y agua de bebida, y al adaptar o levantar esas restricciones, deberán tenerse en

³⁶ Véase más información a este respecto en la ref. [33].

cuenta los criterios establecidos a nivel nacional (que, a su vez, tendrán en cuenta los niveles de orientación publicados en la referencia [34]), y la conformidad con lo dispuesto en las publicaciones GSR Part 7 [2] y GSR Part 3 [3].

4.89. Para tranquilizar al público con respecto a la inocuidad radiológica de los alimentos, la leche y el agua de bebida en la fase de transición, las autoridades pertinentes deberían demostrar con pruebas el cumplimiento de la reglamentación nacional aplicable. Esas pruebas deberían incluir los resultados de la monitorización —publicados junto con información que ponga en perspectiva los peligros radiológicos para la salud— y, si es el caso, la certificación.

Restricciones al uso de productos no alimentarios

4.90. Las decisiones de adaptar o levantar las restricciones impuestas a productos no alimentarios durante la fase de respuesta a la emergencia, a título precautorio o sobre la base de estimaciones (p. ej., de los NAE o de los valores del NIO3 de la publicación GSG-2 [5]) deberían tomarse teniendo en cuenta una amplia información y los resultados de la monitorización. El propósito es determinar para cuáles productos no alimentarios se justifica el mantenimiento de la restricción incluso a más largo plazo y cuáles restricciones deben levantarse. Con este fin deberían utilizarse los NIO para los productos no alimentarios establecidos mediante la toma de muestras y el análisis (denominados en la presente publicación NIO_C). En el apéndice figura una metodología para calcular los valores por omisión de los NIO_C.

4.91. En la fase de transición, deberían estimarse las dosis recibidas efectivamente a causa del uso de productos no alimentarios y la contribución de esas dosis a la dosis residual en las circunstancias reales. Estas estimaciones orientarán la adopción de decisiones sobre la adaptación o el levantamiento de las restricciones al uso de esos productos.

4.92. El requisito 51 de la publicación GSR Part 3 [3] establece el nivel de referencia específico para los productos básicos a más largo plazo, en una situación de exposición existente, en una dosis efectiva anual de aproximadamente 1 mSv. Para alcanzar este nivel de referencia puede ser necesario imponer restricciones adicionales a algunos productos no alimentarios, que se extiendan por un período más largo, en una situación de exposición existente. Sin embargo, este aspecto va más allá de las consideraciones referentes a la finalización de la emergencia y no corresponde al ámbito de aplicación de la presente Guía de Seguridad.

4.93. La aplicación de restricciones al comercio internacional de productos no alimentarios, así como su adaptación o levantamiento, deberán decidirse sobre la base de los NIO derivados de los respectivos criterios genéricos establecidos en el apéndice II de la publicación GSR Part 7 [2]. Los valores de los NIO_C pueden calcularse también utilizando la metodología que figura en el apéndice de la presente Guía de Seguridad.

4.94. Para tranquilizar al público con respecto a la inocuidad radiológica de los productos no alimentarios en la fase de transición, las autoridades pertinentes deberían demostrar con pruebas el cumplimiento de la reglamentación nacional aplicable. Esas pruebas deberían incluir los resultados de la monitorización —publicados junto con información que ponga en perspectiva los peligros radiológicos para la salud— y, si es el caso, la certificación.

Consideraciones sobre la reducción de la dosis en la fase de transición

Prevención de la ingestión y la inhalación accidentales

4.95. Durante la fase de respuesta urgente pueden recomendarse medidas para evitar la ingestión y la inhalación accidentales (como lavarse las manos y no jugar en la tierra o trabajar en los jardines). Sin embargo, como medida protectora, deberían darse consejos para evitar la ingestión e inhalación accidentales de materiales en resuspensión también en la fase de transición, en función de las condiciones reinantes, a fin de reducir la dosis residual para quienes vuelvan a la zona afectada una vez levantada la orden de evacuación o reubicación.

Descontaminación, control del acceso y otras medidas

4.96. Tras una emergencia a gran escala con emisiones importantes de materiales radiactivos al medio ambiente puede ser necesaria una rehabilitación a largo plazo (véanse las orientaciones más detalladas sobre la rehabilitación que figuran en la publicación WS-G-3.1 [16]). Sin embargo, en la fase de transición deberían aplicarse el control del acceso, la descontaminación de la zona o los productos, y otras técnicas sencillas de reducción de la dosis, para poder ir levantando progresivamente las medidas protectoras tales como la evacuación o la reubicación. Estas medidas deberían estudiarse también para las zonas no sometidas a evacuación o reubicación en la fase de respuesta a la emergencia, así como para las zonas a las que esté regresando la población.

4.97. Los valores del NIO_T que figuran en el apéndice deberían utilizarse como puntos de referencia para determinar dónde se requieren las medidas mencionadas

en el párrafo 4.96. Toda decisión sobre la aplicación de esas medidas debería basarse en el valor de las dosis residuales reales, en comparación con el nivel de referencia preestablecido, de conformidad con la estrategia de protección.

Delimitación de zonas

4.98. Las zonas que, según las determinaciones hechas en la fase de transición, no sean aptas para la residencia ni para la reanudación de la actividad social y económica deberían delimitarse. Normalmente, no estará permitido volver a instalarse en esas zonas, y deberán establecerse medidas administrativas para controlar el acceso (véase el párr. 3.20, apartados b) y c)). A condición de que se adopten esas medidas de control del acceso, la existencia de una zona delimitada no apta para ser habitada no debería constituir un obstáculo a la finalización de la emergencia.

4.99. La información sobre las zonas delimitadas y las medidas adoptadas para controlar el acceso deberían comunicarse claramente a todas las partes interesadas.

4.100. Al adoptar la decisión de delimitar las zonas no aptas para ser habitadas deberían tomarse en consideración los aspectos radiológicos y los otros requisitos mencionados en la sección 3; también deberían tenerse en cuenta factores sociales tales como la aceptación pública del regreso a la zona. Además, pueden tomarse en consideración los límites geográficos o jurisdiccionales al trazar la delimitación.

Otras condiciones que deben cumplirse para el regreso de la población a una zona

4.101. Cuando se autorice el regreso de las personas a una zona, deberán existir condiciones que salvaguarden su bienestar y que les permitan desarrollar sus actividades sociales y económicas ordinarias. Sin embargo, puede ser necesario imponer algunas restricciones a los hábitos de vida normales, a veces por plazos prolongados. Antes de permitir el regreso de las personas a una zona de la que fueron evacuadas, o sacadas para su reubicación, deberían cumplirse las condiciones siguientes:

- a) La zona debe contar con la infraestructura y los servicios públicos necesarios (como el transporte público, las tiendas y mercados, las escuelas, las guarderías infantiles, los centros de atención de salud, los servicios de

policía y bomberos, los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento, el suministro de energía eléctrica y las redes de telecomunicaciones).

- b) Deben haberse dado instrucciones y asesoramiento claros sobre las restricciones aún vigentes y los cambios recomendados en los comportamientos y hábitos, incluido el uso de la tierra, a las personas que regresan.
- c) Tiene que haber centros públicos de apoyo y material informativo (p. ej., folletos o carteles) que tranquilicen al público, y servicios de apoyo psicosocial para las personas que regresen.
- d) Debe existir una estrategia para restablecer los lugares de trabajo y prestar apoyo social.
- e) Las personas que regresen tienen que estar informadas sobre la evolución probable de la situación de exposición y los peligros que pueda plantear para la salud.

PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES DE EMERGENCIAS Y DE LOS AYUDANTES EN LA EMERGENCIA

Consideraciones generales

4.102. El concepto del ‘trabajador de emergencias’ se define en las publicaciones GSR Part 7 [2] y GSR Part 3 [3] como una “[p]ersona que cumple ciertos cometidos específicos como trabajador que interviene en la respuesta a una emergencia.” Así pues, toda persona que trabaje en la respuesta a una emergencia nuclear o radiológica en cualquier momento entre el inicio y la finalización de la emergencia se considera un ‘trabajador de emergencias’ en las normas de seguridad del OIEA.

4.103. Entre otros, serán trabajadores de emergencias:

- a) los empleados pertinentes de las entidades explotadoras (tanto los contratados directamente por esa entidad como los que trabajen indirectamente para ella por conducto de un contratista) que participen en la respuesta a la emergencia en el emplazamiento, incluidas las actividades destinadas a preparar la finalización de la emergencia;
- b) el personal pertinente de otras organizaciones y servicios de respuesta, como los directores encargados de la respuesta, los rescatadores, los bomberos, los conductores y las otras personas a cargo de los vehículos de evacuación, el personal médico, el personal encargado de hacer cumplir la ley, los miembros de los grupos de vigilancia, los miembros de los grupos

de descontaminación, y los trabajadores que realicen diversas actividades dentro y fuera del emplazamiento, como la restauración de la infraestructura esencial y la gestión de los desechos generados en la emergencia;

- c) el personal pertinente que intervenga en el apoyo y la asistencia a la población afectada (p. ej., en los centros de recepción).

4.104. En virtud del párrafo 5.49 de la publicación GSR Part 7 [2], los trabajadores de emergencias deben, en lo posible, ser designados de antemano, y el párrafo 5.50 de la misma publicación exige que se adopten disposiciones para inscribir en un registro e integrar en las operaciones de respuesta a los trabajadores de emergencias que no hayan sido designados como tales antes de la emergencia. Los trabajadores de emergencias designados de antemano deberán someterse a una evaluación de su aptitud física para desempeñar las funciones previstas antes de su intervención en la respuesta a una emergencia, y a intervalos regulares a partir de ese momento.

4.105. El concepto de ‘ayudante en la emergencia’ se define en la publicación GSR Part 7 [2] como un “[m]iembro de la población que libre y voluntariamente presta ayuda en la respuesta a una emergencia nuclear o radiológica”, aun sabiendo que puede verse expuesto a la radiación al prestar esa asistencia. Mientras que en la fase de respuesta urgente se cuenta menos con la intervención de ayudantes, estos pueden ir aumentando a medida que evoluciona la emergencia, especialmente en la fase de transición.³⁷

4.106. En las publicaciones GSR Part 7 [2], GSR Part 3 [3] y GSG-2 [5] y en el volumen N° GSG-7 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulado *Occupational Radiation Protection* [35], se establecen los requisitos de seguridad y se ofrecen recomendaciones y orientaciones adicionales para la protección de los trabajadores de emergencias. En la publicación GSR Part 7 [2] figuran los requisitos de seguridad para la protección de los ayudantes en una emergencia. Las orientaciones proporcionadas en la presente Guía de Seguridad se refieren a los detalles específicos de la protección de esos trabajadores y ayudantes durante la fase de transición de una emergencia, y complementan las normas mencionadas.

³⁷ Los ayudantes en una emergencia son miembros de la población y, por lo tanto, no tienen el estatuto del trabajador (para un empleador) tal como se define en la publicación GSR Part 3 [3]. Sin embargo, una vez inscritos en el registro e integrados en las operaciones de respuesta a la emergencia, los ayudantes tienen que ser protegidos de conformidad con lo dispuesto en el requisito 11 de la publicación GSR Part 7 [2].

4.107. A tenor del párrafo 5.101 de la publicación GSR Part 7 [2], “[u]na vez se haya puesto fin a la emergencia, a todos los trabajadores que hayan realizado actividades relacionadas con ella se les aplicarán los correspondientes requisitos de exposición ocupacional en situaciones de exposición planificada” establecidos en la sección 3 de la publicación GSR Part 3 [3]. Esta exigencia se basa en la experiencia acumulada, que demuestra que los aspectos a largo plazo pueden ser objeto de una planificación detallada que proteja a los trabajadores que cumplan determinadas tareas de conformidad con los requisitos aplicables a la exposición ocupacional en las situaciones de exposición planificada. La publicación GSG-7 [35] contiene recomendaciones y orientaciones adicionales sobre la protección radiológica ocupacional en las situaciones de exposición planificada y en las situaciones de exposición existente.

4.108. Toda decisión de dar por finalizada una emergencia nuclear o radiológica y de pasar a una situación de exposición ya sea planificada o existente debería tomar en consideración la viabilidad de cumplir los requisitos de exposición ocupacional para las situaciones de exposición planificada respecto de todos los trabajadores que intervengan en las operaciones de recuperación (véase la sección 3).

Identificación y designación

Trabajadores de emergencias

4.109. Todas las organizaciones pertinentes deberían identificar, en lo posible, y designar como tales, en la etapa de preparación, a todos los trabajadores de emergencias que intervendrán en la fase de transición. En este contexto, las organizaciones pertinentes son las organizaciones de respuesta y otras entidades³⁸ a nivel nacional, regional y local. Estas entidades no siempre son reconocidas necesariamente como organizaciones de respuesta a la emergencia, pero en la fase de transición pueden ir encargándose gradualmente de alguna función y asumiendo responsabilidades respecto de la recuperación a largo plazo, si procede.

4.110. Las organizaciones pertinentes deberían utilizar el proceso de designación de los trabajadores de emergencias que intervendrán en la fase de transición para:

³⁸ Estas entidades pueden pertenecer ya sea al sector público o al sector privado, y ofrecer diferentes servicios.

- a) informar a esos trabajadores de sus derechos, deberes y responsabilidades con respecto a la protección radiológica ocupacional;
- b) reconocer sus responsabilidades, compromisos y deberes como empleadores en relación con la protección radiológica ocupacional, para poder cumplir efectivamente esas responsabilidades, compromisos y deberes en la etapa de preparación y en la fase de transición.

4.111. Las organizaciones pertinentes que se hagan cargo de una función y asuman responsabilidades en la fase de transición pueden no tener la competencia y las capacidades técnicas necesarias para garantizar la protección radiológica de sus empleados (es decir, de los trabajadores de emergencias). Esas organizaciones pueden ser, por ejemplo, las encargadas de la restauración de la infraestructura y de la gestión de los desechos convencionales dentro de la zona afectada. Así pues, estas entidades pueden tener que recurrir a una institución pertinente³⁹ para la prestación de esos servicios, y contar con los arreglos necesarios para ello.

4.112. Independientemente de los arreglos mencionados en el párrafo 4.111, las responsabilidades, compromisos y deberes relativos a la protección radiológica ocupacional deben seguir en manos de la organización pertinente y no pueden transferirse a la institución que preste los servicios.

Ayudantes en la emergencia

4.113. En el párrafo 5.50 de la publicación GSR Part 7 [2] se dispone que la organización o las organizaciones de respuesta responsables de inscribir a los ayudantes y de integrarlos en la respuesta global a la emergencia deben designarse en la etapa de preparación. La organización de respuesta designada deberá asumir, respecto de los ayudantes en la emergencia, las mismas responsabilidades y los mismos compromisos y deberes de protección radiológica ocupacional que se aplican a los trabajadores de emergencias.

4.114. Como parte de las disposiciones de emergencia, esas organizaciones de respuesta designadas deberían determinar:

- a) el tipo de ayudantes que estarán autorizados a intervenir en la fase de transición y la capacitación que necesitarán para desempeñar su trabajo de manera segura y eficaz;

³⁹ En función del marco jurídico y reglamentario nacional, las instituciones pertinentes pueden ser, por ejemplo, los servicios técnicos especificados en la publicación GSG-7 [35].

- b) un mecanismo para reclutar a los ayudantes (p. ej., la determinación de dónde y cómo podrán los voluntarios de la población expresar su interés y su deseo de ayudar, cómo se documentará esa disposición, qué información y cuáles instrucciones se darán a los ayudantes, y a cuáles organizaciones o tareas se les asignará);
- c) el proceso para informar a los ayudantes sobre sus derechos, deberes y responsabilidades, y para capacitarlos al respecto.

Consideraciones específicas para la fase de transición

4.115. En el caso de una emergencia con una contaminación importante y duradera del medio ambiente que requiera la transición a una situación de exposición existente, la protección de los trabajadores de emergencias y de los ayudantes en la fase de transición se verá dificultada por:

- a) las grandes variaciones en las condiciones radiológicas que cabe esperar dentro de la zona afectada en una situación de exposición de emergencia, que requerirán la aplicación simultánea de diferentes medidas para proteger a los trabajadores de emergencias y a los ayudantes;
- b) la persistencia más prolongada de condiciones radiológicas graves en el emplazamiento, que complicará los trabajos de respuesta *in situ*;
- c) la coexistencia de situaciones de exposición diferentes en distintas áreas, que requerirá la imposición de restricciones de dosis distintas a trabajadores que realicen un mismo trabajo;
- d) la participación de grandes números de trabajadores de emergencias de diferentes organizaciones y servicios y con distintos tipos de formación, conocimientos y competencias, algunos de los cuales pueden no haber sido identificados y designados de antemano como trabajadores de emergencias;
- e) los numerosos miembros de la población que prestarán ayuda como voluntarios.

4.116. En las disposiciones para proteger a los trabajadores de emergencias y a los ayudantes debería tenerse en cuenta la necesidad de aplicar simultáneamente diferentes planes para la protección de estas dos categorías de personas. Sin embargo, los enfoques utilizados para la protección de los trabajadores de emergencias y de los ayudantes deberían, en lo posible, ser coherentes, y tener en cuenta los requisitos establecidos y las orientaciones dadas al respecto en las publicaciones GSR Part 7 [2], GSR Part 3 [3], GSG-2 [5] y GSG-7 [35].

4.117. La aplicación de diferentes medidas y restricciones de dosis para proteger a los trabajadores de emergencias y a los ayudantes en la fase de

transición podría ser una fuente de confusión entre las partes interesadas. Por lo tanto, toda incoherencia en las restricciones de dosis y las medidas que se apliquen para la protección de los trabajadores de emergencias y de los ayudantes deberá comunicarse claramente a todas las partes interesadas, explicando el motivo de la diferencia.

Justificación y optimización

4.118. El detrimento causado por las dosis que reciban los trabajadores de emergencias y los ayudantes durante la aplicación de la estrategia de protección debería tomarse en consideración al justificar la estrategia y las medidas protectoras concretas incluidas en ella. Esta consideración debería tener lugar en la etapa de preparación, y también en la fase de transición, al justificar y optimizar la estrategia de protección para hacer frente a las circunstancias reales.

4.119. En la etapa de preparación debería aplicarse el proceso de optimización de la protección de los trabajadores de emergencias y de los ayudantes utilizando las restricciones de dosis preestablecidas (véanse los párrs. 4.120 a 4.129). Al ejecutar la estrategia de protección en la fase de transición, el proceso de optimización de la protección de estas dos categorías de personas debería aplicarse de la misma manera que para los trabajadores en las situaciones de exposición planificada.

Restricciones de dosis para los trabajadores de emergencias y los ayudantes en la emergencia

4.120. En los párrafos 5.54 y 5.55 de la publicación GSR Part 7 [2] se estipula que se aplicarán a los trabajadores de emergencias los requisitos pertinentes para la exposición ocupacional en situaciones de exposición planificada establecidos en la publicación GSR Part 3 [3], utilizando un enfoque graduado, a menos que sus tareas comprendan: a) actuaciones para salvar vidas humanas o prevenir lesiones graves; b) medidas para prevenir efectos deterministas graves o medidas para impedir que se den condiciones catastróficas que puedan repercutir sensiblemente en las personas o el medio ambiente; o c) medidas destinadas a evitar una gran dosis colectiva. En el caso de estas tareas, deben establecerse valores orientativos nacionales para la restricción de la exposición de los trabajadores de emergencias, teniendo en cuenta los valores orientativos dados en el apéndice I de la publicación GSR Part 7 [2].

4.121. Las medidas para salvar vidas, prevenir efectos deterministas o evitar que se den situaciones catastróficas que puedan repercutir sensiblemente en

las personas y el medio ambiente son necesarias en general durante la fase de respuesta urgente de una emergencia nuclear o radiológica. Aunque la ejecución de estas medidas debería planificarse de antemano, su aplicación dependerá de las condiciones imperantes a medida que evoluciona la emergencia. Lo más probable es que esas medidas tengan que aplicarse en la primera parte de la respuesta a la emergencia, cuando aún se disponga de poca información sobre la situación radiológica del lugar en que se deba intervenir. Debido a la urgencia e importancia de esas medidas, la planificación detallada de la labor de los trabajadores de emergencias puede no ser posible; en esos casos, las exposiciones que superen los límites de dosis para la protección radiológica ocupacional en las situaciones de exposición planificada estarán justificadas por el beneficio neto que reporten al esfuerzo de respuesta global.

4.122. Las medidas para evitar una gran dosis colectiva pueden prolongarse durante toda la fase de respuesta temprana e incluso en la fase de transición de una emergencia, debido a las diversas tareas que hay que cumplir para poder reanudar prontamente la actividad social y económica. En la fase de transición van mejorando el conocimiento y la comprensión de la situación en que se deben realizar los trabajos, y no es preciso adoptar decisiones urgentes sobre el despliegue de los trabajadores. Por consiguiente, en esta fase todos los trabajos deberían ser objeto de una planificación detallada. Esto significa que en la fase de transición la protección de los trabajadores de emergencias debe ser rigurosa y conforme con los requisitos para la protección radiológica ocupacional en las situaciones de exposición planificada, con límites de dosis para esa exposición que se ajusten a lo prescrito en las publicaciones GSR Part 7 [2] y GSR Part 3 [3].

4.123. En el párrafo 5.57 de la publicación GSR Part 7 [2], la exposición de los ayudantes en las emergencias se limita a una dosis efectiva de 50 mSv para toda la duración de los trabajos de emergencia.

4.124. La protección y la seguridad de los trabajadores de emergencias y de los ayudantes durante la fase de transición deberían optimizarse, teniendo en cuenta las características y la necesidad del trabajo que haya que realizar. Las restricciones de dosis descritas en los párrafos 4.120 a 4.123 se resumen en el cuadro 2.

Restricciones de dosis para las trabajadoras de emergencias que estén o puedan estar embarazadas

4.125. En las publicaciones GSR Part 7 [2], GSG-2 [5] y GSG-7 [35] no se imponen restricciones a la participación de mujeres en los trabajos de respuesta

CUADRO 2. RESTRICCIONES DE DOSIS PARA LOS TRABAJADORES DE EMERGENCIAS Y LOS AYUDANTES EN LA EMERGENCIA DURANTE LA FASE DE TRANSICIÓN

Tarea	Valor orientativo *		
	$H_p(10)$ **	E ***	AD_T +
Trabajadores de emergencias			
Medidas para evitar una gran dosis colectiva, p. ej.: — Medidas para mantener estable la instalación o fuente afectada — Monitorización (ambiental, de la fuente, individual)	<100 mSv	<100 mSv	$< \frac{1}{10} AD_{T, \text{ Cuadro II.1}}^{++}$
Otras actividades, tales como: — Medidas de rehabilitación, p. ej., la descontaminación dentro y fuera del emplazamiento — Reparación de la instalación afectada y restauración de la infraestructura esencial pertinente — Gestión de los desechos radiactivos y convencionales — Monitorización ambiental, de la fuente e individual — Manejo médico de los pacientes contaminados — Aplicación de medidas correctivas	Límites de dosis para la exposición ocupacional en situaciones de exposición planificada establecidos en el apéndice III de la publicación GSR Part 3 [3]		
Ayudantes en las emergencias			
Actividades especificadas en las disposiciones nacionales, p. ej. — Restauración de la infraestructura esencial (como las carreteras y las redes de transporte público) — Gestión de los desechos convencionales	E *** ≤ 50 mSv		

* Estos valores se aplican a:

(a) La dosis aportada por la exposición externa a radiación muy penetrante en el caso de una $H_p(10)$. Las dosis aportadas por la exposición externa a radiación poco penetrante y la exposición por ingestión o contaminación cutánea deben prevenirse por todos los medios posibles. Si no es posible evitarlas, la dosis efectiva y la dosis absorbida en un tejido u órgano ponderada por la EBR (eficacia biológica relativa) deben limitarse a fin de reducir al mínimo el riesgo para la salud de la persona, en consonancia con el riesgo asociado a los valores orientativos aquí indicados.

(b) La dosis efectiva total (E) y la dosis absorbida en un tejido u órgano ponderada por la EBR (DAT) aportadas por todas las vías de exposición (es decir, la dosis por exposición externa y la dosis comprometida recibida por ingestión), que deben estimarse lo antes posible para poder restringir según corresponda la exposición ulterior.

** Dosis equivalente personal $H_p(d)$, donde $d = 10$ mm.

*** Dosis efectiva.

+ Dosis absorbida en un tejido u órgano ponderada por la EBR.

++ Valor de la dosis absorbida en un tejido u órgano ponderada por la EBR dado en el cuadro II.1 del apéndice II de la publicación GSR Part 7 [2].

a una emergencia. Sin embargo, estas normas establecen requisitos y ofrecen orientaciones para proteger al feto en el caso de las trabajadoras de emergencias que estén embarazadas.

4.126. Para las circunstancias mencionadas en el párrafo 4.125, la publicación GSR Part 7 [2] señala que las trabajadoras de emergencias “que sepan que están embarazadas o piensen que puedan estarlo” deberán ser informadas del riesgo de efectos deterministas graves en el feto debido a su exposición a una dosis equivalente superior a 100 mSv. Así pues, las trabajadoras de emergencias embarazadas deberán ser excluidas de las medidas destinadas a evitar una gran dosis colectiva si estas medidas pueden tener por efecto que el embrión o el feto reciba una dosis equivalente superior a 50 mSv durante la totalidad del período de desarrollo intrauterino. Las situaciones en que un trabajador puede recibir dosis de estos niveles se dan principalmente en los comienzos de la respuesta a una emergencia (es decir, durante la fase de respuesta urgente).

4.127. En las actividades realizadas de conformidad con los requisitos establecidos en la sección 3 de la publicación GSR Part 3 [3] para la protección radiológica ocupacional durante una situación de exposición planificada, las condiciones laborales de las trabajadoras que estén o sospechen que puedan estar embarazadas o que estén amamantando tendrán que brindar al embrión o el feto, o al lactante, el mismo nivel general de protección que se exige para los miembros de la población en una situación de exposición planificada.

4.128. Para garantizar la adecuada protección del feto, las trabajadoras de emergencias que sepan que están embarazadas o que puedan estarlo deberían notificar este hecho a sus empleadores antes de iniciar el trabajo pertinente. Cuando reciba esta notificación, el empleador tendrá la responsabilidad de informar a la trabajadora de emergencias sobre los riesgos para la salud del feto y de ofrecerle condiciones de trabajo y medidas protectoras adecuadas que garanticen el cumplimiento de las restricciones de dosis descritas en los párrafos 4.126 y 4.127.

4.129. Con el fin de proteger al embrión o al feto, todas las organizaciones pertinentes deberían adoptar disposiciones adecuadas para:

- a) alentar a las trabajadoras a poner en conocimiento del empleador que están embarazadas o podrían estarlo;
- b) informar a las trabajadoras que estén o puedan estar embarazadas sobre los riesgos para la salud que entrañe la tarea asignada, antes del inicio de su ejecución;

- c) evaluar y vigilar las condiciones en que las trabajadoras de emergencias que estén o puedan estar embarazadas tengan que trabajar;
- d) velar por que las trabajadoras de emergencias que estén o puedan estar embarazadas reciban equipo protector adecuado, y capacitación en su uso;
- e) evaluar la dosis equivalente recibida por el embrión o el feto después del trabajo de emergencia, como base para determinar si es necesario restringir la participación ulterior de la trabajadora en las labores de emergencia y si se requiere una consulta médica.

Gestión de dosis y medidas para proteger a los trabajadores de emergencias y a los ayudantes en la emergencia

4.130. Para la adecuada gestión de las dosis recibidas por los trabajadores de emergencias y por los ayudantes es necesario establecer un sistema completo de vigilancia y control de dosis, que incluya el uso de dosímetros personales u otros métodos apropiados. La publicación GSG-7 [35] contiene orientaciones sobre la vigilancia necesaria para determinar la exposición interna y externa pertinente a los fines de la protección radiológica ocupacional.

4.131. A fin de gestionar adecuadamente las dosis a que se expondrán los trabajadores de emergencias y los ayudantes durante la fase de transición, todas las organizaciones pertinentes deberían adoptar disposiciones para:

- a) inscribir en un registro a los trabajadores de emergencias y a los ayudantes que participen en la respuesta a la emergencia;
- b) vigilar continuamente las condiciones peligrosas en que los trabajadores de emergencias y los ayudantes deban desempeñar sus funciones;
- c) establecer un plan completo del trabajo previsto en la respuesta a una emergencia, teniendo en cuenta las condiciones peligrosas que puedan existir y el tiempo necesario para cumplir las tareas;
- d) evaluar la dosis efectiva total y las dosis absorbidas en los tejidos u órganos, ponderadas por la eficacia biológica relativa (EBR), a que se expondrán los trabajadores de emergencias y los ayudantes, teniendo en cuenta todas las vías de exposición que procedan;
- e) registrar las dosis recibidas;
- f) comunicar a los trabajadores de emergencias y a los ayudantes, en un lenguaje sencillo y comprensible, las dosis que reciben, junto con información que ponga en perspectiva los peligros que entrañan para la salud.

4.132. Las organizaciones de respuesta y otras entidades pertinentes deberían optimizar la protección y la seguridad de los trabajadores de emergencias y de los ayudantes, habida cuenta de la limitada información disponible en la etapa de preparación y de las condiciones peligrosas y las tareas que quepa prever en una respuesta de emergencia. En este contexto, esas organizaciones deberían determinar:

- a) las necesidades de capacitación y de equipo de protección y monitorización personal;
- b) la necesidad de aplicar el bloqueo de la tiroides y/o de proporcionar equipo de protección personal adecuado a los trabajadores de emergencias para evitar la inhalación de yodo radiactivo y de otros radionucleidos en caso de actividades prolongadas en la fase de transición;
- c) las tareas en que los trabajadores de emergencias puedan experimentar una exposición que supere los límites de dosis ocupacionales;
- d) las personas a las que los empleadores deban dar información completa sobre los riesgos del trabajo para obtener su consentimiento informado;
- e) la necesidad de un seguimiento regular del estado de salud de los trabajadores de emergencias, al objeto de evaluar su aptitud inicial y subsiguiente para realizar las tareas previstas.

4.133. En el caso de los trabajadores de emergencias no designados de antemano y de los ayudantes en la emergencia, la aplicación de las disposiciones señaladas en los párrafos 4.131 y 4.132 puede verse dificultada por los siguientes factores:

- a) Los trabajadores de emergencias no designados de antemano y los ayudantes pueden no haber tenido anteriormente derechos y deberes reconocidos en relación con la protección radiológica ocupacional y, por lo tanto, no haber recibido ninguna capacitación sobre la protección radiológica.
- b) Los empleadores de los trabajadores de emergencias no designados de antemano pueden no tener la capacidad de cumplir sus responsabilidades, deberes y compromisos en relación con la protección radiológica ocupacional de esos trabajadores.
- c) Los ayudantes en la emergencia no tendrán un empleador que se encargue de su protección.
- d) La evaluación del estado de salud (es decir, de la aptitud para el trabajo) de esas personas puede no ser posible antes del inicio de los trabajos de emergencia.

4.134. En las circunstancias descritas en el párrafo 4.133, la organización o las organizaciones de respuesta designadas deben, en virtud del párrafo 5.50 de la publicación GSR Part 7 [2], inscribir en un registro e integrar en las operaciones de respuesta a los trabajadores de emergencias no designados de antemano y a los ayudantes en la emergencia y, por lo tanto, ocuparse de su protección. Esas organizaciones de respuesta designadas deberían tener la responsabilidad de aplicar, según corresponda, las disposiciones descritas en los párrafos 4.131 y 4.132 para los trabajadores de emergencias que no haya sido designados de antemano y para los ayudantes en las emergencias.

4.135. Estas organizaciones de respuesta designadas deberían encargarse también de impartir a los trabajadores de emergencias no designados de antemano y a los ayudantes en la emergencia la capacitación precisa y oportuna antes del inicio de las tareas que se les encomienden. Esa capacitación debería incluir:

- a) instrucciones sobre las tareas asignadas y sobre la forma de llevarlas a cabo en las condiciones imperantes;
- b) información sobre los riesgos para la salud que entrañe el cumplimiento de esas tareas;
- c) información sobre las medidas protectoras disponibles y cómo deben aplicarse para que sean eficaces.

4.136. Estas disposiciones deberían también brindar a la organización la oportunidad de obtener el consentimiento informado de los trabajadores de emergencias a los que se hayan asignado las tareas indicadas en el cuadro 2, en las que podrían superarse los límites de dosis para la protección radiológica ocupacional en una situación de exposición planificada.

Prestación de apoyo médico

4.137. La publicación GSR Part 7 [2] ofrece una base para adoptar un enfoque común en la prestación de apoyo médico a los trabajadores de emergencias y a los ayudantes en las emergencias. Este enfoque comprende un criterio genérico, expresado en términos de la dosis recibida y compatible con el criterio aplicable a los miembros del público (una dosis efectiva de 100 mSv en un mes) ante el cual se necesitará una intervención médica a más largo plazo. Esa intervención médica puede incluir, según el caso, un reconocimiento médico, un seguimiento médico a más largo plazo, y asesoramiento encaminado a detectar y tratar eficazmente los efectos en la salud que pueda haber causado la radiación.

4.138. En la fase de transición, no se prevé que los trabajadores de emergencias y los ayudantes reciban dosis que superen los 100 mSv en un mes o que se aproximen a los umbrales por encima de los cuales pueda haber efectos deterministas graves. Si se reciben accidentalmente dosis de esa magnitud, las circunstancias que condujeron a ello deben investigarse y el trabajador de emergencia o ayudante debe ser sometido al tratamiento médico adecuado, de conformidad con los requisitos establecidos en la publicación GSR Part 7 [2].

4.139. Independientemente de la dosis recibida, los trabajadores de emergencias y los ayudantes deben tener derecho a contar con asesoramiento psicológico y asistencia médica continua durante la respuesta a la emergencia, incluida la fase de transición. Por consiguiente, las disposiciones de emergencia deben incluir la capacidad de ofrecer asesoramiento psicológico y asistencia médica continua, e indicar las organizaciones e instalaciones que se encargarán de prestar esos servicios.

Consideración de otros trabajadores

4.140. En la fase de transición, pueden realizar trabajos dentro de la zona afectada también otras categorías de trabajadores. Son ejemplos de ello el personal docente y el personal médico de los hospitales que operen en la zona afectada con el fin de prepararla para el regreso de la población.

4.141. Los trabajadores mencionados en el párrafo 4.140 deberían ser protegidos por los empleadores en la misma medida que los otros miembros de la población que se encuentren dentro de la zona; por consiguiente, deben aplicárseles los niveles de referencia acordados para los miembros de la población a los efectos de la transición (véanse los párrs. 4.52 a 4.61). Al aplicar los niveles de referencia para la dosis residual a esos trabajadores debería tenerse en cuenta que algunos de ellos pueden también residir en la zona afectada (y, por lo tanto, estar día y noche dentro de esta zona, como trabajadores y como miembros de la población).

CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN

4.142. Como se señaló en el párrafo 3.8, tres de los requisitos que deben cumplirse antes de la finalización de una emergencia son la caracterización detallada de la situación radiológica, la determinación de las vías de exposición y la evaluación de las dosis que recibirán las poblaciones afectadas. La caracterización de la situación de exposición debería realizarse en la fase de transición para respaldar, según corresponda:

- a) el ajuste de la aplicación de la estrategia de protección con arreglo a las circunstancias imperantes, incluidos el levantamiento o la adaptación de determinadas medidas protectoras;
- b) la determinación de las medidas necesarias para proteger a los trabajadores de emergencias y a los ayudantes en la emergencia;
- c) la identificación de las personas que deban registrarse y que necesiten seguimiento médico a más largo plazo;
- d) la adopción de decisiones sobre la finalización de la emergencia;
- e) la planificación de la recuperación a largo plazo en la nueva situación de exposición.

4.143. En el caso de una emergencia que dé lugar a una exposición a largo plazo debido a la presencia de materiales radiactivos residuales en el medio ambiente, se requerirá una monitorización continua a más largo plazo dentro de una situación de exposición existente. De conformidad con las orientaciones impartidas en la presente Guía de Seguridad, la elaboración de una estrategia de monitorización a largo plazo debería iniciarse en la fase de transición, para poder cumplir el requisito establecido en el párrafo 3.20, apartado h).

4.144. La publicación N° RS-G-1.8 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulada *Monitorización del medio ambiente y de las fuentes de radiación con fines de protección radiológica* [36], contiene recomendaciones y orientaciones sobre la monitorización ambiental y de las fuentes para la protección radiológica en diversas circunstancias, incluidas las situaciones de exposición de emergencia, y describe algunas consideraciones relativas a la evaluación de las dosis y la interpretación de los resultados de la monitorización.

Etapas de preparación

4.145. Para caracterizar en detalle la situación de exposición se requiere una monitorización (ambiental, de la fuente e individual, según corresponda). La estrategia de monitorización debería elaborarse en la etapa de preparación, sobre la base de los peligros identificados y las posibles consecuencias determinadas en esa etapa y teniendo en cuenta los recursos disponibles. La estrategia de monitorización debería establecer las prioridades para las diferentes fases de la emergencia, en consonancia con la estrategia de protección.

4.146. La estrategia de monitorización debería permitir evaluar las dosis recibidas por la población afectada y centrarse principalmente en las siguientes vías de exposición:

- a) la exposición externa a radionucleidos depositados en el suelo;
- b) la exposición interna debida a la ingestión de radionucleidos incorporados en los alimentos, la leche y el agua para beber;
- c) la exposición interna debida a la inhalación de radionucleidos en resuspensión en el aire.

4.147. Como parte de la estrategia de monitorización, deben determinarse los recursos disponibles para esta labor, que deberían incluir, entre otras cosas:

- a) las organizaciones, los órganos de expertos, los laboratorios locales y nacionales, los institutos privados, las universidades y los centros de investigación que se encargarán de aplicar la estrategia de monitorización;
- b) los recursos humanos y las capacidades técnicas (incluidos el equipo de monitorización y las herramientas de evaluación de dosis) disponibles en cada una de esas entidades para la aplicación de la estrategia de monitorización;
- c) los mecanismos para asegurar la comparabilidad y coherencia de las mediciones y para su interpretación, que deberán comprender la capacitación, la gestión de la calidad y ejercicios de intercomparación;
- d) una organización designada que se encargue de la validación, el registro y la conservación de los resultados y evaluaciones de la monitorización;
- e) un mecanismo para incorporar los resultados y evaluaciones de la monitorización en los procesos de adopción de decisiones.

4.148. Los datos aportados por la monitorización son una base importante para la adopción de decisiones en todas las fases de la emergencia. La estrategia de monitorización puede respaldarse con modelos y herramientas de apoyo a la toma de decisiones⁴⁰ que ayuden a evaluar y ajustar las prioridades de la monitorización, a fin de hacer un uso eficaz y eficiente de los recursos y capacidades (por lo general limitados) de que se dispone. Sin embargo, finalmente deberán monitorizarse todas las zonas geográficas y no solo las que indiquen las herramientas de modelización. El objetivo del uso de esas herramientas y sus limitaciones deberían comunicarse claramente a todas las partes interesadas y documentarse en la estrategia de monitorización.

4.149. Las incertidumbres inherentes a los resultados de la monitorización contribuirán, a su vez, a la incertidumbre global del impacto estimado de una emergencia, pudiendo así menoscabar la calidad del proceso de adopción de

⁴⁰ Estos modelos y herramientas comprenden los que se utilizan en el reanálisis de datos históricos y en la modelización meteorológica.

decisiones. Las incertidumbres pueden ser de origen técnico (variabilidad de los procedimientos de muestreo, procesamiento y medición; variabilidad espacial y temporal de la cantidad medida; variabilidad de los procedimientos de calibración) debido a la falta de representatividad de las muestras y/o las mediciones y/o a errores humanos (p. ej., por falta de capacitación). Por lo tanto, en la etapa de preparación deberían acordarse requisitos adecuados de garantía de la calidad para reducir al mínimo las incertidumbres técnicas, y esos requisitos deberían ser cumplidos por todas las partes que aporten mediciones durante la respuesta a la emergencia. Para reducir los errores humanos, debe impartirse capacitación periódica a las personas que participen en la monitorización radiológica y, cuando sea el caso, minimizarse la interferencia humana en los procedimientos de monitorización.

Fase de transición

4.150. En una emergencia con emisión radiactiva al medio ambiente, la caracterización de las condiciones radiológicas puede comprender, según la gravedad de la emergencia, la modelización atmosférica, la monitorización ambiental de grandes zonas y mediciones directas, o alguna combinación de estas medidas (véase la publicación RS-G-1.8 [36]). En la fase de transición, deberían obtenerse datos de monitorización fiables mediante mediciones directas para caracterizar con exactitud la naturaleza de la radiactividad en el medio ambiente.

4.151. La cantidad y el tipo de radionucleidos presentes en la emisión tienen un impacto importante en las dosis que se recibirán y en la contribución de cada vía de exposición. En consecuencia, la composición de radionucleidos de la emisión o de cualquier forma de contaminación debería determinarse con la mayor prontitud posible.

4.152. Deben evaluarse la dosis externa, la tasa de dosis y las mediciones de la deposición. Por consiguiente, en cuanto sea posible, deberían elaborarse mapas detallados de la deposición de cada radionucleido y de la tasa de dosis gamma externa, que se actualizarán periódicamente, teniendo en cuenta que la deposición de radionucleidos está sujeta a la redistribución causada por los efectos meteorológicos (como la resuspensión) y a los procesos de decaimiento radiactivo natural con el tiempo.

4.153. Debería prestarse particular atención a la posible heterogeneidad de las pautas de deposición debido a la variación del espectro de radionucleidos emitidos y de las condiciones meteorológicas imperantes durante la fase de respuesta a la emergencia. Los análisis y pronósticos meteorológicos, especialmente de los

datos de las precipitaciones, el viento y la estabilidad atmosférica, así como la modelización del transporte atmosférico, pueden ayudar a determinar las zonas con una deposición posiblemente mayor.

4.154. Los mapas de las pautas de deposición y de la tasa de dosis gamma externa deben prepararse durante la fase de transición. Esos mapas deberían darse a conocer a las partes interesadas, y acompañarse de explicaciones, en un lenguaje sencillo, de los peligros para la salud que plantea la situación y de las medidas protectoras necesarias.

4.155. La exposición causada por la ingestión de alimentos, leche y agua para beber contaminados puede deberse a una ingestión ocasional o continua. Debería ejecutarse un amplio programa de muestreo y monitorización para poder analizar y determinar continuamente los niveles de radionucleidos presentes en los alimentos, la leche y el agua de bebida; las dosis recibidas por vía oral; y la necesidad o no de adaptar las restricciones impuestas al consumo de ciertos alimentos, de leche y del agua de bebida. El programa de monitorización debe tener en cuenta las pautas y preferencias alimentarias locales, así como los patrones de producción de alimentos. Los resultados de la monitorización deberían ponerse a disposición del público, para tranquilizarlo con respecto a la inocuidad de los alimentos, la leche y el agua destinados al consumo humano.

4.156. En la fase de transición, cabe prever una exposición interna debido a la inhalación de materiales en resuspensión. Aunque la contribución de esta vía a la dosis efectiva total suele ser pequeña, circunstancias particulares (p. ej., la realización de actividades en un entorno árido y ventoso, o en un ambiente polvoriento) pueden elevar considerablemente la contribución de esta vía de exposición a las dosis totales. La posibilidad de exposición interna por inhalación debe tomarse en consideración y, en los casos pertinentes, el programa de monitorización debería incluir la monitorización de las partículas en resuspensión.

4.157. Las dosis deberían reevaluarse incorporando los resultados de la monitorización en las herramientas y modelos de evaluación de dosis seleccionados para la estrategia de monitorización elaborada en la etapa de preparación. Las estimaciones deberían efectuarse de la manera más realista posible y centrarse en las dosis para una persona o un grupo representativo, teniendo en cuenta los hábitos reales; las pautas de contaminación efectivas; y los alimentos, la leche y el agua para beber que utilicen las personas en las zonas contaminadas. Las dosis evaluadas (proyectadas, recibidas o residuales) deberían compararse con los criterios genéricos y los niveles de referencia preestablecidos

en la estrategia de protección, o con las restricciones de dosis aplicables a los trabajadores de emergencias y a los ayudantes en la emergencia.

SEGUIMIENTO MÉDICO Y APOYO PSICOSOCIAL Y DE SALUD MENTAL

Consideraciones generales

4.158. En esta subsección se describen las disposiciones de emergencia que deberán adoptarse para establecer un seguimiento médico a más largo plazo y ofrecer apoyo psicosocial y de salud mental después de una emergencia nuclear o radiológica, a la luz de su percepción pública y del impacto en la finalización de la emergencia.⁴¹

4.159. A tenor de la publicación GSR Part 7 [2]:

“5.67. Se adoptarán disposiciones para poder identificar a aquellas personas eventualmente contaminadas o que puedan haber estado lo bastante expuestas como para que la radiación haya inducido efectos en su salud y para dispensarles atención médica apropiada, lo que incluye un seguimiento médico a más largo plazo.

5.68. Se adoptarán disposiciones para identificar a las personas pertenecientes a aquellos grupos de población que presenten riesgo de sufrir un aumento sostenido de la incidencia de cánceres como consecuencia de una exposición a la radiación debida a una emergencia nuclear o radiológica. Se hará lo necesario para implantar intervenciones médicas a más largo plazo que permitan detectar en tales grupos de población los efectos en la salud inducidos por la radiación a tiempo para tratarlos eficazmente.”

4.160. Las disposiciones citadas en el párrafo 4.159 deben incluir (véase el requisito 12 de la publicación GSR Part 7 [2]):

a) directrices para el diagnóstico y el tratamiento eficaces;

⁴¹ Los procedimientos genéricos para la respuesta médica en una emergencia nuclear o radiológica, incluidos el seguimiento médico y el asesoramiento psicológico a más largo plazo, se describen en la ref. [37]. En las refs. [38 a 40] se ofrecen directrices para el apoyo psicosocial y de salud mental en una emergencia.

- b) la designación de personal médico avezado en el manejo clínico de lesiones causadas por la radiación;
- c) la designación de instituciones para la evaluación de la exposición (externa e interna) a la radiación, la administración de tratamiento médico especializado y la realización de intervenciones médicas a más largo plazo;
- d) criterios para identificar a las personas a que se hace referencia en el párrafo 4.159 e inscribirlas en el registro (véanse el apéndice II de la publicación GSR Part 7 [2] y la publicación GSG-2 [5]).

4.161. Antes de tomar una decisión sobre la finalización de la emergencia, deberán cumplirse los siguientes requisitos (véase la sección 3) con respecto al seguimiento médico a más largo plazo y al apoyo psicosocial y de salud mental:

- a) Establecer un registro de las personas de las que, hasta el momento de dar por terminada la emergencia, se sepa que requerirán seguimiento médico a más largo plazo, sobre la base de los criterios establecidos en el cuadro II.1 y el cuadro II.2 de la publicación GSR Part 7 [2] (véanse más detalles también en la publicación GSG-2 [5]).
- b) Establecer un programa para el seguimiento médico a más largo plazo de las personas inscritas en el registro.
- c) Cuando se trate de la transición a una situación de exposición existente, elaborar una estrategia para el apoyo psicosocial y de salud mental de la población afectada.

4.162. El seguimiento médico mencionado en el párrafo 4.161 debería tener los siguientes objetivos:

- a) proporcionar atención médica a largo plazo a las personas que hayan sufrido efectos deterministas y a las que hayan recibido dosis superiores al umbral de dosis para los efectos deterministas;
- b) detectar y diagnosticar precozmente los efectos estocásticos (p. ej., el cáncer de tiroides) en la población expuesta para poderlos tratar eficazmente.

4.163. El apoyo psicosocial y de salud mental mencionado en el párrafo 4.161 debería tener el objetivo de reducir las consecuencias sociales y psicológicas adversas en la población afectada más en general, como los evacuados y las personas reubicadas cuando se haya decidido levantar la orden de evacuación y/o reubicación, aunque no se prevea observar efectos sanitarios causados por la radiación en esa población.

4.164. Los objetivos del seguimiento médico y del apoyo psicosocial y de salud mental deberían explicarse claramente a las personas interesadas, para no generar expectativas inadecuadas.

Mecanismo de coordinación

4.165. El mecanismo de coordinación de las disposiciones necesarias para efectuar el seguimiento médico y prestar apoyo psicosocial y de salud mental después de una emergencia nuclear o radiológica debería determinarse en la etapa de preparación. El mecanismo de coordinación puede entrañar la designación de una organización ya existente para que actúe como autoridad coordinadora en ese ámbito, o la creación de un nuevo órgano integrado por representantes de las autoridades de salud pública, protección radiológica, gestión de emergencias y epidemiología, y de otras autoridades pertinentes.

4.166. El mecanismo de coordinación que se cree de conformidad con el párrafo 4.165 debería coordinar las disposiciones establecidas en la etapa de preparación por las organizaciones que se harán cargo del seguimiento médico y del apoyo psicosocial y de salud mental. El mecanismo debería coordinar la actuación de esas organizaciones durante la respuesta a una emergencia en el marco de una organización de respuesta unificada.

4.167. La autoridad responsable del mecanismo de coordinación debería establecer, en la etapa de preparación, los criterios para identificar y registrar a las personas que requieran seguimiento médico y apoyo psicosocial y de salud mental a más largo plazo. Estos criterios deberían tener en cuenta las pautas pertinentes establecidas en las publicaciones GSR Part 7 [2] y GSG-2 [5] y someterse al acuerdo de todas las autoridades competentes.

Registro de las personas que requieran seguimiento médico a más largo plazo

4.168. Si se produce una emergencia nuclear o radiológica, el registro de las personas que puedan necesitar seguimiento médico a más largo plazo, sobre la base de criterios previamente determinados (véase el párr. 4.160), debería ser una medida de respuesta importante en el marco de la estrategia de protección. Para ello deben designarse la organización o las organizaciones de respuesta nacionales que llevarán ese registro.

4.169. Los datos y la información que se incluirán en el registro deberían determinarse en la etapa de preparación e incluir los datos básicos de contacto

(p. ej., el nombre, la fecha de nacimiento, el sexo, la dirección y el número de teléfono); información sobre las circunstancias en que se produjo la exposición durante la emergencia (p. ej., el lugar en que se encontraba la persona en el momento del suceso, la duración de la exposición y las actividades realizadas); y el historial médico pertinente (p. ej., las enfermedades anteriores, las enfermedades concomitantes, los antecedentes familiares, el historial laboral y los hábitos).

4.170. Los empleadores o los primeros actuantes deberían realizar una inscripción inicial, con vistas a completar el registro posteriormente. Deben preverse disposiciones para transmitir la información a la organización que llevará el registro.

4.171. Las personas registradas deberían recibir la información necesaria, entre otras cosas sobre la razón por la que han sido seleccionadas para el seguimiento médico a más largo plazo; las dosis evaluadas y los riesgos que presentan para la salud; un punto de contacto en la institución encargada del seguimiento médico; un expediente de los procedimientos y análisis de laboratorio realizados, si es el caso (p. ej., las evaluaciones radiológicas y clínicas y los análisis de sangre); y una descripción de los síntomas que podrían llegar a presentar, con instrucciones sobre dónde acudir si se manifiestan esos síntomas. Estas personas deberían tener también la oportunidad de formular preguntas y de recibir apoyo psicológico.

4.172. La información sobre las dosis recibidas por los pacientes, así como sus historiales médicos y los expedientes correspondientes, deberían tratarse respetando las condiciones habituales de confidencialidad en la relación médico-paciente y almacenarse de manera segura de conformidad con las condiciones establecidas por las autoridades sanitarias.

Seguimiento médico

4.173. En las disposiciones para el seguimiento médico debería considerarse lo siguiente:

- a) la duración inicial del seguimiento médico;
- b) la gestión de la información y la comunicación y el intercambio de los resultados;
- c) la identificación de los médicos especialistas que participarán en el seguimiento médico;
- d) la gestión de las muestras biológicas y no biológicas;

- e) la gestión de las consecuencias psicosociales y de salud mental;
- f) los aspectos éticos y la relación costo-beneficio.

4.174. Las disposiciones sobre el seguimiento médico a más largo plazo deberían establecer arreglos para que los interesados tengan acceso a la información sobre los resultados de sus evaluaciones médicas y a fuentes de información adecuadas, como los proveedores de atención de salud.

4.175. Las decisiones sobre el seguimiento médico de las personas en relación con los efectos deterministas deberían ser adoptadas por médicos especialistas sobre la base de los criterios clínicos establecidos, teniendo en cuenta las dosis evaluadas (véanse las publicaciones GSR Part 7 [2] y GSR Part 3 [3]) y la evaluación del riesgo para la salud en cada caso particular. Debería estudiarse también la posibilidad de incluir a estas personas en programas de vigilancia y cribado de los efectos estocásticos.

4.176. Los programas de vigilancia y cribado de los efectos estocásticos deben basarse en criterios respaldados por pruebas científicas para observar si aumenta la incidencia del cáncer en la población afectada (véanse las publicaciones GSR Part 7 [2] y GSR Part 3 [3]). Debería considerarse cuidadosamente la posibilidad de incluir efectos sanitarios distintos del cáncer en el programa de vigilancia. Si los recursos disponibles son limitados, deberá darse prioridad a los grupos de población más vulnerables, como los niños y las mujeres embarazadas, en el seguimiento médico a más largo plazo.

Apoyo psicosocial y de salud mental

4.177. Deberían adoptarse disposiciones para fomentar el bienestar de las personas que sean evacuadas o reubicadas, o que regresen a la zona afectada para reanudar su vida normal, y prestarles apoyo psicosocial y de salud mental. Estas disposiciones deberían tener en cuenta los modos de vida de las personas y su necesidad de información que las tranquilice después de una emergencia nuclear o radiológica. También deberían facilitar una comunicación bidireccional entre las autoridades y las partes interesadas.

4.178. Como parte de las disposiciones a que se hace referencia en el párrafo 4.177, podría tomarse en consideración el establecimiento de un centro público de apoyo a las poblaciones afectadas. En la labor de estos centros podrían participar médicos, enfermeras, farmacéuticos y psicólogos locales, los expertos correspondientes de universidades y asociaciones públicas y otras personas que ocupen puestos de confianza y gocen del respeto de la comunidad. Los médicos,

enfermeras, farmacéuticos y psicólogos locales y los otros especialistas del campo de la salud deberían recibir información que ponga en perspectiva los peligros para la salud, y capacitación sobre métodos eficaces de comunicación de riesgos, adaptados a los distintos grupos de población, para que puedan asesorar al público en los entornos en que prestan asistencia sanitaria.

GESTIÓN DE LOS DESECHOS

Consideraciones generales

4.179. Una emergencia nuclear o radiológica puede generar desechos radiactivos y convencionales. En particular, una emergencia nuclear o radiológica que cause una contaminación importante del medio ambiente (como el accidente de Chornóbil, el accidente radiológico de Goiânia o el accidente de Fukushima Daiichi) producirá probablemente desechos radiactivos con diferentes propiedades radiológicas, químicas, físicas, mecánicas y biológicas y en cantidades que pueden sobrepasar las capacidades y los recursos nacionales para la gestión de desechos radiactivos. Así pues, la generación de desechos radiactivos en una emergencia nuclear o radiológica puede plantear un reto importante para la política y estrategia nacional de gestión de esos desechos, así como para el esfuerzo global encaminado a posibilitar la finalización de la emergencia y a alcanzar los objetivos de recuperación a largo plazo.

4.180. La gestión de los desechos radiactivos no tendrá una importancia primordial en las primeras fases de la respuesta (especialmente en la fase de respuesta urgente), cuando la atención se centrará en aplicar eficazmente la estrategia de protección y en retomar el control de la situación. Aun así, la generación de desechos radiactivos y su gestión son uno de los muchos factores que deberían tenerse en cuenta en los procesos de justificación y optimización de la estrategia de protección en la etapa de preparación.

4.181. A medida que evolucione la emergencia, y particularmente en la fase de transición, las actividades de gestión de los desechos radiactivos adquirirán más importancia y pasarán a ser parte integrante del esfuerzo global de respuesta a la emergencia. Por lo tanto, en la etapa de preparación debería prestarse la debida atención a los problemas y retos relacionados con la gestión de los desechos radiactivos que se plantearán en la fase de transición, a fin de facilitar una gestión de esos desechos que sea segura y eficaz y que no comprometa la estrategia de protección, de conformidad con el requisito 15 de la publicación GSR Part 7 [2].

4.182. Aunque cada emergencia tendrá sus características particulares y la planificación detallada de todos los aspectos de la gestión de los desechos puede ser imposible, en el marco de la preparación general para casos de emergencia deberían adoptarse disposiciones para hacer frente a esos problemas y retos previstos en la gestión de los desechos radiactivos después de la emergencia. Entre otras cosas, estas disposiciones deberían incluir lo siguiente:

- a) La asignación clara y coherente de las responsabilidades por la gestión de los desechos radiactivos durante la emergencia y después de esta, en lo posible en el marco de la política y estrategia nacional para la gestión de esa clase de desechos.
- b) La determinación de las responsabilidades por la gestión de los desechos convencionales, y de las condiciones en que se gestionarán estos desechos generados por la propia emergencia y por las medidas de respuesta adoptadas (véanse los párrs. 4.186 a 4.189).
- c) La creación de un mecanismo para coordinar la elaboración de las diversas disposiciones por las organizaciones responsables durante la etapa de preparación, y para coordinar también, en el marco del sistema unificado de mando y control (véase el párr. 5.7 de la publicación GSR Part 7 [2]), la gestión de los desechos radiactivos y convencionales durante la respuesta a la emergencia.
- d) La determinación, en la medida de lo posible, de las características y el volumen de los desechos radiactivos que se generarán en las emergencias nucleares o radiológicas postuladas, sobre la base de la evaluación de los peligros y teniendo en cuenta la experiencia del pasado.
- e) La preparación de orientaciones para la caracterización y clasificación de los desechos radiactivos. Esas orientaciones deberían tener en cuenta la diversidad de las propiedades radiológicas, químicas, físicas, mecánicas y biológicas de los desechos que probablemente se generen en la serie de emergencias postuladas, de conformidad con la reglamentación y las directrices sobre la gestión de desechos radiactivos que se apliquen. Las orientaciones deberían atenerse a los reglamentos y directrices aplicables en materia de gestión de desechos radiactivos.
- f) La preparación de orientaciones sobre la manipulación de los desechos convencionales y los desechos radiactivos durante una emergencia. En ellas deberían describirse los criterios de aceptación de las instalaciones de almacenamiento o de disposición final existentes que se aplicarán a los desechos generados en la emergencia. También deberían darse indicaciones sobre las medidas de gestión de desechos que no cumplan los criterios de aceptación de esas instalaciones. Esta orientación debería atenerse a los

reglamentos y directrices aplicables en materia de gestión de desechos convencionales y radiactivos.

- g) La elaboración de metodologías para el inicio de las actividades de gestión previa a la disposición final de los desechos radiactivos (p. ej., la segregación, el embalaje, el transporte y el almacenamiento) de manera oportuna y apropiada después de la emergencia. En relación con estas metodologías, deberían:
- i) Determinarse las opciones viables para reducir al mínimo los desechos radiactivos (como la dispensa, la reutilización y el reciclado).
 - ii) Determinarse y establecerse o aplicarse las herramientas, el equipo, los procedimientos, la capacitación, los simulacros y los ejercicios necesarios para apoyar la gestión eficaz de los desechos.
 - iii) Examinarse las interdependencias de las distintas fases de la gestión previa a la disposición final de los desechos radiactivos, así como las repercusiones de las decisiones sobre la gestión de los desechos en las opciones de disposición final futuras [41].
- h) La determinación y comprensión a fondo, por todas las partes interesadas, de las limitaciones de las opciones y los recursos disponibles, y el diseño de mecanismos para solicitar y obtener asistencia internacional.

4.183. En las orientaciones sobre la caracterización y clasificación de los desechos radiactivos a que se hace referencia en el párrafo 4.182, apartado e), debería tenerse en cuenta la complejidad de las características, incluido el volumen, de los desechos radiactivos generados durante la emergencia, en comparación con los desechos de ese tipo que se producen durante las operaciones normales. Esto significa que puede ser necesario establecer técnicas y métodos específicos de caracterización de los desechos, que complementen las técnicas y métodos utilizados para los desechos producidos durante la explotación normal. Los requisitos y orientaciones generales para la caracterización y clasificación de los desechos figuran en las referencias [42 a 46].

Examen del marco jurídico y reglamentario nacional

4.184. El establecimiento de las disposiciones de emergencia descritas en el párrafo 4.182 debería acompañarse de un examen del marco jurídico y reglamentario nacional para la gestión de los desechos radiactivos establecido de conformidad con lo dispuesto en la publicación N° GSR Part 5 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulada *Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos* [41]. La finalidad de este examen es determinar si es necesario revisar el marco nacional para dar cabida a la gestión de los desechos radiactivos generados en una emergencia nuclear o radiológica. Entre otras

cosas, deberían tomarse en consideración: a) la aplicabilidad de las disposiciones existentes para la exención y la dispensa, y de los sistemas de clasificación de esos desechos, si existen; b) la robustez de las demostraciones de la seguridad y de los procesos de concesión de licencias; y c) las repercusiones de los procesos de concesión de licencias en la gestión oportuna de los desechos radiactivos después de la emergencia.

4.185. El marco nacional debería revisarse, si procede, para facilitar la gestión segura y oportuna de los desechos radiactivos después de una emergencia nuclear o radiológica, teniendo en cuenta que, en el caso de una emergencia menor, la gestión de esos desechos podrá integrarse fácilmente en las opciones disponibles para la gestión de desechos y en el respectivo marco de concesión de licencias establecido de conformidad con la publicación GSR Part 5 [41] y con el volumen N° SSR-5 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulado *Disposición final de desechos radiactivos* [46].

Desechos radiactivos y desechos convencionales generados durante la emergencia

4.186. Como se ha observado en emergencias del pasado, las autoridades pueden verse inducidas por presiones públicas y políticas a considerar todos los desechos resultantes de la emergencia como desechos radiactivos. La justificación de este tipo de decisiones debería estudiarse detenidamente, porque la gestión de los desechos y su impacto en la economía y en la sociedad pueden complicarse si se introducen criterios de dispensa de materiales del control reglamentario que sean más estrictos que los que se deriven directamente de las consideraciones de protección radiológica.

4.187. Los desechos radiactivos se han definido [3] como sigue: “A efectos legales y reglamentarios, materiales para los cuales no se prevé ninguna otra utilización que contienen radionucleidos en concentraciones de la actividad mayores que los niveles de dispensa establecidos por el órgano regulador, o que están contaminados con ellos.” Esta es una definición ‘reglamentaria’, que reconoce que los materiales con concentraciones de la actividad iguales o inferiores a los niveles de dispensa establecidos son radiactivos desde el punto de vista ‘científico’, pero presentan peligros radiológicos que pueden considerarse insignificantes.

4.188. En la especificación y clasificación de los desechos radiactivos generados en una emergencia deberían tenerse en cuenta los niveles de exención y dispensa consignados en el apéndice I de la publicación GSR Part 3 [3] o los

criterios nacionales establecidos con el mismo propósito, de conformidad con la política y estrategia nacionales para la gestión de los desechos radiactivos. Para los materiales que estén por debajo de estos niveles, deberían adoptarse disposiciones que prevean su tratamiento con arreglo a las prácticas de gestión de los desechos convencionales, cuando sea posible, para reducir así al mínimo la cantidad de materiales que queden declarados injustificadamente como desechos radiactivos. Cuando se apliquen los niveles y los conceptos de exención y dispensa o los criterios nacionales pertinentes establecidos con el mismo propósito, deberían evaluarse las medidas de protección convencionales aplicadas por los trabajadores al manipular esos desechos (como el uso de guantes y máscaras) a fin de determinar si ofrecen la adecuada protección radiológica.

4.189. Además de lo señalado en el párrafo 4.188, en la etapa de preparación debería también integrarse a las autoridades y organizaciones con responsabilidades de gestión referentes a los desechos convencionales en la elaboración de disposiciones para la gestión de los desechos radiactivos después de una emergencia.

Gestión previa a la disposición final

4.190. Los desechos radiactivos deberían segregarse y caracterizarse debidamente en la etapa más temprana posible de la fase de transición, teniendo en cuenta los aspectos tanto radiológicos como no radiológicos de esos desechos (véanse las refs. [42 a 46]). En las disposiciones de emergencia debería tenerse en cuenta también que, para apoyar las medidas de respuesta a la emergencia (p. ej., para poder adoptar medidas mitigadoras protegiendo debidamente a los trabajadores de emergencias), puede ser necesario gestionar los desechos radiactivos durante las fases de respuesta urgente y de respuesta temprana, antes de haber entendido a fondo sus características. En todas las circunstancias, la mezcla de desechos de diferentes orígenes y/o de distintas composiciones debería estudiarse con cuidado para evitar incumplir los reglamentos y orientaciones nacionales sobre la gestión de los desechos radiactivos.

4.191. En la gestión previa a la disposición final de los desechos radiactivos, deben tenerse en cuenta las características de esos desechos generados en la emergencia nuclear o radiológica. A este respecto, se aplican los requisitos generales para la gestión previa a la disposición final de los desechos radiactivos establecidos en la publicación GSR Part 5 [41].

4.192. Las disposiciones tomadas de antemano para la gestión previa a la disposición final (como el tratamiento previo, el tratamiento propiamente dicho,

el acondicionamiento, el transporte y el almacenamiento) de los desechos radiactivos generados por una emergencia nuclear o radiológica deberían incluir la consideración de los siguientes aspectos:

- a) la experiencia nacional en la gestión de desechos radiactivos;
- b) los puntos de recogida de desechos aceptables y sus características;
- c) las características de los lugares de almacenamiento aceptables, como los aspectos geográficos, físicos y demográficos, y su proximidad a la zona o el emplazamiento afectados, y la disponibilidad de la infraestructura pública necesaria;
- d) la necesidad de transporte de los desechos radiactivos, el cumplimiento de los reglamentos de transporte [47] y los aspectos en que pueda ser preciso apartarse de las prácticas establecidas.

Disposición final

4.193. Las consideraciones relativas a las opciones de disposición final que dependen de la naturaleza de la emergencia y de la política y estrategia nacionales para la gestión de los desechos radiactivos pueden ser menos urgentes que otros aspectos de la gestión previa a la disposición final. Por consiguiente, la determinación de las opciones de disposición final no debería retrasar la adopción oportuna de la decisión de dar por finalizada una emergencia nuclear o radiológica y la transición subsiguiente a una situación de exposición ya sea planificada o existente.

Gestión de restos humanos y animales

4.194. En virtud del párrafo 5.88 de la publicación GSR Part 7 [2], debe prestarse la atención requerida a “la gestión de restos humanos y animales contaminados a resultas de una emergencia nuclear o radiológica, teniendo debidamente en cuenta los usos religiosos y culturales.”

4.195. Las disposiciones destinadas a preparar la gestión de los restos humanos y de los restos de animales contaminados a raíz de una emergencia nuclear o radiológica deberían incluir lo siguiente:

- a) la determinación de las prácticas religiosas y culturales comunes en el Estado;
- b) la determinación de las posibles opciones de gestión que sean compatibles con esas prácticas y con el tipo de contaminación (interna o en la superficie de los restos) de que se trate;

- c) la consulta con las partes interesadas pertinentes, incluidos los representantes de diferentes grupos religiosos, sobre las opciones de gestión que podrían ser aceptables;
- d) la capacitación de los trabajadores designados para la manipulación de los restos de conformidad con los principios básicos de protección radiológica, incluidas las formas de prevenir la dispersión de radionucleidos y su ingestión accidental.

4.196. Las medidas convencionales aplicadas por los trabajadores para su protección general al manipular esos restos (como el uso de guantes y máscaras) deberían evaluarse para determinar si ofrecen la adecuada protección radiológica.

CONSULTA CON EL PÚBLICO Y OTRAS PARTES INTERESADAS

Consideraciones generales

4.197. La correcta transición de una situación de exposición de emergencia a una situación de exposición existente también facilitará la recuperación de las personas y comunidades de un modo que fomente su bienestar físico, emocional, social y económico. Por lo tanto, la gestión de la emergencia debería prever la activa participación e integración de las comunidades locales afectadas y de otras partes interesadas pertinentes en la fase de transición (véase el requisito enunciado en el párrafo 3.17). La integración activa de las partes interesadas no solo aumentará la confianza pública y la credibilidad y aceptación pública de los arreglos planificados en la etapa de preparación, incluidos los requisitos que deberán cumplirse para dar por finalizada la emergencia, sino que también fortalecerá la resiliencia de la comunidad ante las emergencias nucleares o radiológicas.

4.198. En la publicación GSR Part 7 [2] se dispone lo siguiente:

- “La finalización de una emergencia nuclear o radiológica [...] vendrá precedida de consultas con las partes interesadas, según proceda” (GSR Part 7 [2], párr. 5.97).
- “El gobierno se asegurará de que, como parte de su preparación para emergencias, existan disposiciones para poner fin a una emergencia nuclear o radiológica [...] El proceso de planificación abarcará, según proceda, lo siguiente: [...] disposiciones para consultar a las partes interesadas” (GSR Part 7 [2], párr. 5.100).

- “El ajuste de las medidas protectoras y otras medidas de respuesta y de otras disposiciones destinadas a posibilitar la finalización de la emergencia se llevará a cabo siguiendo un proceso oficial que prevea consultas con las partes interesadas” (GSR Part 7 [2], párr. 5.95).

4.199. La integración de las partes interesadas pertinentes y la consulta con ellas deberían comenzar en la fase más temprana posible de la etapa de preparación, y desarrollarse con vistas a que perduren, si procede, durante toda la fase de transición y después de finalizada la emergencia.

4.200. Como se puede ver en la figura 4, la forma y el alcance del proceso de consulta deben ir variando a medida que evoluciona la emergencia, comenzando con una consulta limitada o nula en la fase de respuesta a la emergencia para permitir una actuación eficaz. En la fase de transición, a medida que la situación se estabiliza y se dispone de más información, deberían iniciarse las consultas con las partes interesadas pertinentes, aumentándolas gradualmente para interactuar cada vez más con ellas y aprovechar sus contribuciones a la aplicación de una estrategia de protección eficaz.

4.201. Durante la respuesta a la emergencia, particularmente en el período en que deben tomarse decisiones sobre la finalización de la emergencia, debería vigilarse estrechamente la opinión pública y la respuesta de los medios de comunicación para poder atender de inmediato toda preocupación o rumor que se detecte [2].

4.202. La consulta con las partes interesadas pertinentes debería realizarse por medio de mecanismos de comunicación eficaces que se basen en la transparencia, la inclusividad, la rendición de cuentas compartida y las mediciones de la eficacia, y que permitan recibir una rápida retroinformación de esas partes.

4.203. La responsabilidad de cerciorarse de que el público y otras partes interesadas pertinentes han sido consultados incumbirá a las organizaciones competentes, a todos los niveles, con arreglo a las responsabilidades y los mecanismos de consulta determinados de antemano.

Etapa de preparación

4.204. Las partes interesadas que participarán en la preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica y serán consultadas al respecto deberían determinarse en la etapa de preparación. Debe prestarse especial atención a lograr una representación equilibrada y diversa de las partes

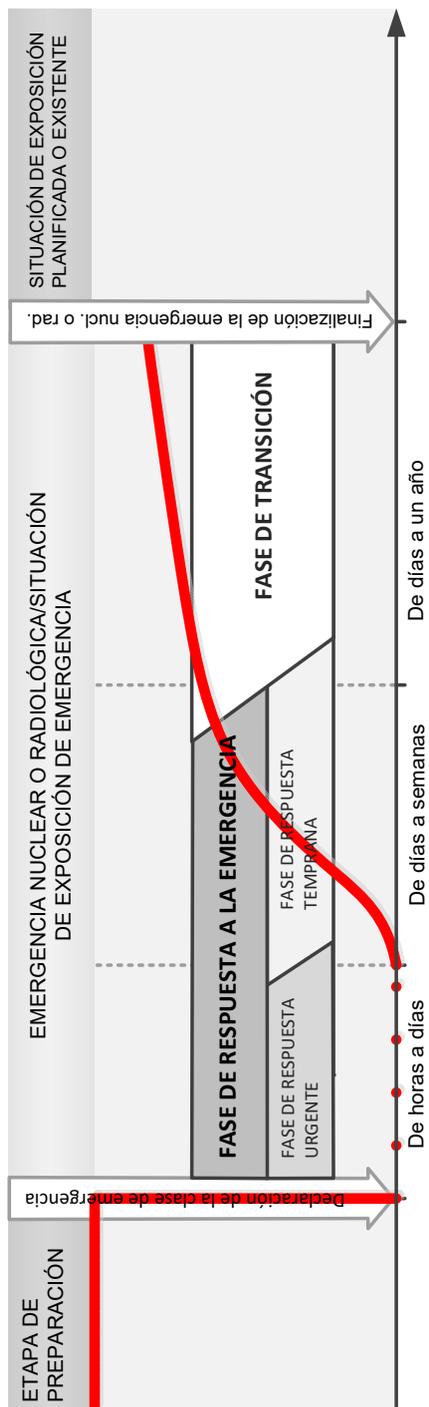


Fig. 4. Integración de las partes interesadas y consulta con ellas en las diferentes fases de una emergencia nuclear o radiológica.

interesadas reconocidas, que incluya a personas con necesidades especiales y de distintas disciplinas.

4.205. Deberían establecerse mecanismos de integración y consulta de las partes interesadas pertinentes para mejorar la comprensión de la complejidad de la comunidad y el reconocimiento de sus capacidades y necesidades, el fomento de las relaciones con los dirigentes comunitarios, la creación y el mantenimiento de asociaciones y el empoderamiento de la comunidad local. Las partes interesadas que participen dependerán de cada situación particular (el tipo de emergencia, y la fuente y las consecuencias de que se trate), y de la escala y la fase de la emergencia.

4.206. En relación con los mecanismos de consulta, debería determinarse lo siguiente:

- a) los objetivos de la consulta;
- b) las partes interesadas seleccionadas;
- c) los requisitos jurídicos y reglamentarios aplicables;
- d) los plazos para una consulta efectiva;
- e) los documentos pertinentes que habrán de publicarse o hacerse públicos de otra forma;
- f) las formas en que las partes interesadas podrán formular comentarios, directamente o a través de órganos asesores representativos, sobre los documentos pertinentes;
- g) las posibilidades de comunicar con las partes interesadas a través de reuniones públicas, audiencias oficiales y otros medios de consulta adecuados;
- h) los arreglos para examinar y evaluar los resultados de la consulta;
- i) las disposiciones para integrar el resultado de la consulta en los procesos de adopción de decisiones.

4.207. Las partes interesadas debería ser informadas, en la etapa de preparación, de los motivos de la selección de cada opción incluida en la estrategia de protección, así como de las consecuencias y limitaciones de la aplicación de diferentes medidas y estrategias de protección. Las partes interesadas deben ser conscientes de que, aunque muchos aspectos pueden estudiarse de antemano, las emergencias suelen ser dinámicas y las condiciones específicas que reinen en el momento de la emergencia pueden exigir una adaptación de la estrategia de protección o de las opciones de gestión para hacer frente a la situación real.

INDEMNIZACIÓN DE LAS VÍCTIMAS POR LOS DAÑOS Y PERJUICIOS

4.208. Muchas emergencias nucleares o radiológicas del pasado han causado muertes, problemas de salud, pérdida de bienes, o daños materiales y del medio ambiente. Estas consecuencias pueden repercutir negativamente en la actividad industrial, la economía, el comercio, el turismo, la agricultura y la calidad de vida de las personas afectadas. Para lograr un restablecimiento eficiente de las actividades económicas y sociales normales después de una emergencia, será necesario probablemente resarcir los daños causados ya sea por la propia emergencia o por las medidas adoptadas para hacerle frente.

4.209. Según el párrafo 4.6 de la publicación GSR Part 7 [2], “[E]l gobierno se asegurará de que existan las disposiciones necesarias para gestionar eficazmente el pago de indemnizaciones rápidas y adecuadas a las víctimas de daños causados por una emergencia nuclear o radiológica.” En los párrafos siguientes se examina la indemnización sobre la base del régimen jurídico de responsabilidad civil. Las otras formas de indemnización (es decir, las que no se basan en el régimen de responsabilidad civil) no se incluyen en este examen.

4.210. La indemnización de los daños y perjuicios causados por las emergencias radiológicas (es decir, no nucleares) se rige exclusivamente por la legislación nacional de cada Estado, y no existe ningún tratado internacional que armonice las diferentes leyes nacionales. La indemnización se basa generalmente en las normas nacionales sobre la responsabilidad civil, en particular las referentes a la responsabilidad por daños a terceros (es decir, no contractual), conocidas también en algunos ordenamientos jurídicos como normas de responsabilidad extracontractual. En virtud de las normas generales sobre la responsabilidad civil, una persona que cause a otra una pérdida o un daño deberá indemnizarla por el perjuicio resultante. En la mayoría de los ordenamientos jurídicos, existen también normas específicas que regulan la responsabilidad civil por los daños causados por actividades peligrosas, como las que puedan provocar una exposición a la radiación.

4.211. En el caso de las emergencias nucleares, los Estados han concertado varios tratados (véanse las refs. [48 a 55]⁴²) para armonizar las legislaciones nacionales sobre la responsabilidad civil por daños nucleares causados por emergencias en instalaciones nucleares, tal como se define este término en esos tratados, y en el transporte de materiales nucleares desde o hacia estas instalaciones. Por lo tanto, la indemnización por daños nucleares en los Estados se basa ya sea en estos tratados o en las normas nacionales de aplicación de esos tratados.

4.212. Todos estos tratados se sustentan en los mismos principios básicos de la responsabilidad civil por daños nucleares. Estos principios son: a) la responsabilidad exclusiva del explotador de una instalación nuclear, b) la responsabilidad estricta⁴³ (sin culpa) del explotador, c) el monto mínimo de responsabilidad, d) la obligación del explotador de cubrir la responsabilidad con un seguro u otra garantía financiera, e) la limitación temporal de la responsabilidad, f) la igualdad de trato de las víctimas (es decir, la no discriminación) y g) la competencia jurisdiccional exclusiva de los tribunales de una parte contratante. Además, algunos de estos tratados prevén una indemnización suplementaria con cargo a fondos públicos en los casos en que el importe financiero disponible en el régimen de responsabilidad civil sea insuficiente para indemnizar el daño nuclear.

INFRAESTRUCTURA

Planes y procedimientos

4.213. En virtud del requisito 23 de la publicación GSR Part 7 [2], en la etapa de preparación se establecerán planes, procedimientos y otras disposiciones de emergencia para hacer frente eficazmente a una emergencia nuclear o radiológica. Para prever una respuesta eficaz y oportuna desde el comienzo de la emergencia hasta su finalización, esos arreglos deben cubrir la fase de transición de conformidad con las orientaciones formuladas en la presente Guía de Seguridad.

⁴² El Protocolo de Enmienda del Convenio de París sobre la Responsabilidad Civil por Daños Nucleares (Protocolo de 2004 del Convenio de París) [54] y el Protocolo de Enmienda del Convenio Complementario de Bruselas sobre la Responsabilidad Civil en materia de Energía Nuclear (Protocolo de 2004 del Convenio Complementario de Bruselas) [55] aún no han entrado en vigor.

⁴³ Denominada también ‘objetiva’ y ‘absoluta’ en las refs. [50] y [53], respectivamente.

4.214. Todas las organizaciones pertinentes deberían elaborar planes, procedimientos y otras disposiciones para la fase de transición de la emergencia, teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de los peligros y de un modo que permita la aplicación eficaz de la estrategia de protección, con las consideraciones necesarias para cumplir los requisitos establecidos en la sección 3.

4.215. Como en la fase de transición se integran en la respuesta nuevas organizaciones y partes interesadas, el plan de emergencia nacional elaborado de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 6.17 de la publicación GSR Part 7 [2] debería describir claramente las funciones y responsabilidades de todos los actores pertinentes durante la fase de transición y posteriormente. El plan de emergencia nacional debería tener en cuenta todo cambio en las atribuciones y en el cumplimiento de las responsabilidades entre las diferentes fases, el mecanismo de activación de esos cambios, los arreglos de coordinación, los procesos y criterios para la adopción de decisiones, los recursos humanos necesarios, los tipos de datos e información que deberán transmitirse o ponerse al alcance de las partes interesadas, y las disposiciones y el mecanismo para aplicar esas medidas.

Capacitación, simulacros y ejercicios

4.216. A tenor de la publicación GSR Part 7 [2]:

- “La entidad explotadora y las organizaciones de respuesta determinarán los conocimientos, competencias y aptitudes que hacen falta para cumplir las funciones [de respuesta a la emergencia]” (GSR Part 7 [2], párr. 6.28).
- **“El gobierno se asegurará de que el personal llamado a intervenir en la respuesta a emergencias participe periódicamente en actividades de capacitación, simulacros y ejercicios para garantizar que en caso de emergencia nuclear o radiológica esté en condiciones de cumplir eficazmente las funciones de respuesta que tenga atribuidas”** (GSR Part 7 [2], requisito 25).
- “Se elaborarán y pondrán en práctica programas de ejercicios para ensayar a intervalos adecuados todas las funciones especificadas que hay que cumplir en la respuesta a emergencias y todas las interfaces organizativas para instalaciones [...]” (GSR Part 7 [2], párr. 6.30).
- “La entidad explotadora y las organizaciones de respuesta adoptarán disposiciones para examinar y evaluar la respuesta aportada en el curso de sucesos reales y de ejercicios con el fin de tomar nota de los aspectos en los que se requieran mejoras y de hacer lo necesario para que efectivamente se introduzcan tales mejoras” (GSR Part 7 [2], párr. 6.38).

4.217. Los conocimientos, competencias y aptitudes necesarios para realizar las actividades de la fase de transición pueden diferir e ir más allá de los requeridos en la fase de respuesta a la emergencia. Por consiguiente, al seleccionar los conocimientos, competencias y aptitudes que deberá tener el personal que intervenga en la fase de transición, deberían tomarse en consideración los diferentes aspectos de esta fase y el tipo de personal que participará efectivamente en ella.

4.218. Los programas de capacitación en la preparación y respuesta para casos de emergencia desarrollados a diferentes niveles para la fase de transición deberían tener en cuenta el personal que participará en la capacitación y el readiestramiento. También deberían tomar en consideración el nivel de capacitación (p. ej., su duración, frecuencia, tipo y formato, y los mecanismos de examen del desempeño) requerido para las diferentes clases de personal que realizarán distintas actividades en la fase de transición.

4.219. El programa de ejercicios que se elabore y aplique para poner a prueba sistemáticamente la idoneidad y eficacia generales de las disposiciones de emergencia debería incluir el objetivo de ensayar los arreglos establecidos para facilitar la reanudación oportuna de la actividad social y económica normal dentro de un plazo acordado (p. ej., de tres a cinco años), incluida la participación de las organizaciones pertinentes. También deberían diseñarse y utilizarse frecuentemente ejercicios en pequeña escala (como los de simulación) para poner a prueba diversos aspectos de la fase de transición dentro de una organización (p. ej., la coordinación, el intercambio de información, la transmisión de información y datos, los cambios en las atribuciones y en el cumplimiento de las responsabilidades, y los procesos de adopción de decisiones) a nivel nacional, regional, local y de las instalaciones.

4.220. Como parte del sistema de gestión, deberían evaluarse los programas de capacitación, simulacros y ejercicios, y determinarse los ámbitos que se puedan mejorar. La retroinformación que genere esta evaluación debería utilizarse para examinar y, si es necesario, revisar las disposiciones para la fase de transición de la emergencia.

Apoyo logístico e instalaciones

4.221. En virtud del requisito 24 de la publicación GSR Part 7 [2], “[el] **gobierno garantizará la prestación del apoyo logístico adecuado y la existencia de las instalaciones convenientes para que se puedan cumplir eficazmente las funciones de respuesta a emergencias en caso de emergencia**”

nuclear o radiológica.” Para poder dar por finalizada la emergencia, deberán ponerse a disposición, en el lugar y el momento oportuno, el apoyo logístico y las instalaciones que se requieran durante la fase de transición.

4.222. El apoyo logístico y las instalaciones necesarios se deberían determinar y seleccionar teniendo en cuenta las actividades que habrán de realizarse en la fase de transición para cumplir los requisitos establecidos en la sección 3. Los arreglos para la adquisición, el despliegue y la movilización del apoyo logístico deberían establecerse y comunicarse a las partes pertinentes en la etapa de preparación.

Sistema de gestión de calidad

4.223. El requisito 26 de la publicación GSR Part 7 [2] dispone lo siguiente:

“El gobierno se asegurará de que, como parte de un sistema de gestión integrada, se establezca un programa que garantice la disponibilidad y fiabilidad de todos los suministros, equipos, sistemas e instalaciones de comunicación, planes, procedimientos y demás dispositivos necesarios para responder eficazmente a una emergencia nuclear o radiológica.”

Este programa incluirá evaluaciones periódicas e independientes, el mantenimiento de registros, y arreglos para incorporar las enseñanzas extraídas de la investigación, la experiencia operacional y los ejercicios. El programa debería abarcar todas las disposiciones para la fase de transición.

Apéndice

CONSIDERACIONES SOBRE LA ADAPTACIÓN O EL LEVANTAMIENTO DE LAS MEDIDAS PROTECTORAS Y OTRAS MEDIDAS DE RESPUESTA

A.1. En este apéndice se presentan los criterios genéricos y los niveles de intervención operacional (NIO) que deberían tomarse en consideración para iniciar la adaptación o el levantamiento de las medidas protectoras y otras medidas de respuesta aplicadas en una emergencia nuclear o radiológica, teniendo en cuenta los criterios genéricos y los NIO establecidos en las publicaciones GSR Part 7 [2] y GSG-2 [5]. También se ofrece orientación sobre otras consideraciones relativas a la adaptación y el levantamiento de determinadas medidas protectoras y otras medidas de respuesta.

A.2. Los criterios genéricos y los NIO nacionales deberían establecerse en la etapa de preparación para respaldar la adaptación o el levantamiento de determinadas medidas protectoras y otras medidas de respuesta, teniendo en cuenta los criterios genéricos y los NIO presentados en el cuadro 3. Estos NIO preestablecidos para la fase de transición deberían utilizarse para comenzar a examinar la adaptación o el levantamiento de determinadas medidas protectoras (en particular, cuáles pueden tener que levantarse, cuándo puede ser necesario hacerlo y a quién se aplicará esa decisión), de conformidad con lo señalado en el párrafo 4.66.

A.3. Tras el examen preliminar basado en los NIO preestablecidos, la decisión sobre la adaptación o el levantamiento de las medidas protectoras debería adoptarse sobre la base de una evaluación de la dosis residual aportada por todas las vías de exposición, en relación con el nivel de referencia preestablecido (véanse los párrs. 4.57 y 4.74).

A.4. Los NIO preestablecidos para la adaptación o el levantamiento de las medidas protectoras y otras medidas de respuesta deberían tener en cuenta lo siguiente:⁴⁴

- a) los criterios genéricos establecidos en la publicación GSR Part 7 [2] para posibilitar la transición a una situación de exposición existente (véase el párr. 4.64);

⁴⁴ Los detalles de la metodología para calcular los NIO figuran en la ref. [56].

- b) un escenario de exposición al ‘suelo’ en que todos los miembros de la población de la zona afectada, incluidos los más vulnerables a la exposición a la radiación, como los niños y las mujeres embarazadas, lleven una vida normal⁴⁵ y en que el levantamiento de las restricciones al consumo de ciertos alimentos, la leche o el agua de bebida se efectúe aplicando los valores del NIO6 [5]⁴⁶ (véase el cuadro 3);
- c) todas las personas expuestas;
- d) la contribución de todos los radionucleidos pertinentes y de los productos de su desintegración;
- e) la contribución de todas las vías de exposición pertinentes;
- f) todo comportamiento de los materiales radiactivos que tenga un efecto importante en el valor de los NIO;
- g) la dosis efectiva (anual) pertinente y, si procede, los cálculos de la dosis absorbida en los órganos (anual o para la totalidad del período de desarrollo intrauterino);
- h) la respuesta de los instrumentos de monitorización;
- i) los requisitos operacionales pertinentes (p. ej.: la posibilidad de utilizar los NIO sobre el terreno);
- j) la estrategia de protección general.

A.5. A continuación se presenta una metodología que puede utilizarse a fin de calcular los NIO por omisión de una determinada mezcla de radionucleidos para posibilitar la transición a una situación de exposición existente (es decir, el valor por omisión del NIO_T; véanse los párrs. A.6 y A.7). La actividad relativa de los radionucleidos de la mezcla variará con el tiempo, debido a procesos tales como el decaimiento radiactivo, lo que generará un NIO_T(t, mezcla) dependiente del tiempo dado por la ecuación siguiente:

$$\text{NIO}_T(t, \text{mezcla}) = \left(\sum_i (\text{AR}_i(t, \text{mezcla}) \times \text{RI}_{\text{suelo},i}) \right) \times \min. \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{\text{CG}(\text{transición}, E, 1a)}{\sum_i (E_{\text{escen.suelo},i}(1a) \times \text{AR}_i(t, \text{mezcla}))} \right), \\ \left(\frac{\text{CG}(\text{transition}, H_{\text{fetus}}, 9\text{meses})}{\sum_i (H_{\text{feto,escen.suelo},i}(9\text{mo}) \times \text{AR}_i(t, \text{mezcla}))} \right) \end{array} \right\} \times \text{FP} \quad (1)$$

⁴⁵ Es decir, en que se realicen las actividades normales y, por ejemplo, pueda haber niños jugando en el suelo y personas trabajando al aire libre.

⁴⁶ El uso simultáneo del NIO_T y el NIO6 garantizará que se hayan tomado en consideración todas las vías de exposición pertinentes, a saber, la ingestión de alimentos, leche o agua para beber contaminados (con el NIO6), la exposición externa a materiales radiactivos depositados en el suelo (la irradiación del suelo), la exposición externa a materiales radiactivos en resuspensión (la irradiación del aire), la inhalación de materiales radiactivos en resuspensión y la ingestión accidental de tierra (p. ej.: porque se ha adherido a las manos) (con el NIO_T).

donde

$AR_i(t, \text{mezcla})$ [adimensional]

es la actividad relativa del radionucleido i en el momento t en una mezcla de radionucleidos dada. Se determina mediante la fórmula $AR_i(t, \text{mezcla}) = A_i(t, \text{mezcla}) / \sum_i [A_i(t, \text{mezcla})]$, donde $A_i(t, \text{mezcla})$ [Bq] es la actividad del radionucleido i en el momento t , en una mezcla de radionucleidos dada;

$RI_{\text{suelo},i}$ [(Sv/s)/(Bq/m²) o cps/(Bq/m²)]

es la respuesta del instrumento por unidad de actividad del radionucleido i en la superficie del suelo;

$CG(\text{transición}, E, 1a) = 0,02 \text{ Sv}$

es el criterio genérico utilizado para la transición a una situación de exposición existente sobre la base de la dosis efectiva total recibida por la persona representativa en un año [2];

$CG(\text{transición}, H_{\text{feto}}, 9\text{meses}) = 0,02 \text{ Sv}$

es el criterio genérico utilizado para la transición a una situación de exposición existente sobre la base de la dosis equivalente total recibida por un feto en todo el período de desarrollo intrauterino [2];

$E_{\text{escen.suelo},i}(1a)$ [Sv/(Bq/m²)]

es la dosis efectiva total recibida por la persona representativa en un año en el escenario de exposición al ‘suelo’, por unidad de actividad del radionucleido i en la superficie del suelo [56];

$H_{\text{feto,escen.suelo},i}(9\text{meses})$ [Sv/(Bq/m²)]

es la dosis equivalente total recibida por un feto en todo el período de desarrollo intrauterino en el escenario de exposición al ‘suelo’, por unidad de actividad del radionucleido i en la superficie del suelo [56];

y FP [adimensional] es un factor de ponderación utilizado para poder cuantificar otras consideraciones. En el cálculo de los ejemplo dados más abajo, en aras de la simplicidad, el factor de ponderación se fijó en 1.

A.6. En el caso de un solo radionucleido, la eq. (1) del párrafo A.5 dará un único valor del NIO_T independiente del tiempo. En el caso de una mezcla de radionucleidos, la eq. (1) dará una curva de valores del $NIO_T(t)$ dependiente del tiempo a partir de la cual deberá elegirse un único valor independiente del tiempo. En una emergencia en que haya diversas mezclas de radionucleidos (por ejemplo en un accidente en una central nuclear), la eq. (1) dará un conjunto de curvas de valores del $NIO_T(t, \text{mezcla})$ dependientes del tiempo a partir de las cuales deberá elegirse un único valor independiente del tiempo.

A.7. Los siguientes son ejemplos de los valores del NIO_T ⁴⁷ calculados utilizando el método descrito en el párrafo A.5 para una emergencia en un reactor de agua ligera y para una emergencia relacionada con un radionucleido específico (p. ej., el ¹³⁷Cs):

- El $NIO_{T,LWR}$ es una tasa de dosis equivalente ambiental de 4,8 $\mu\text{Sv/h}$ por encima de la radiación gamma de fondo a 1 m sobre el suelo.⁴⁸
- El $NIO_{T,Cs-137}$ es una tasa de dosis equivalente ambiental de 4,8 $\mu\text{Sv/h}$ por encima de la radiación gamma de fondo a 1 m sobre el suelo.

A.8. A continuación figura un método para calcular los valores por omisión del NIO_C para una mezcla de radionucleidos dada. La actividad relativa de los radionucleidos que componen la mezcla variará con el tiempo, debido a procesos tales como el decaimiento radiactivo, lo que generará un $NIO_C(t, \text{mezcla})$ dependiente del tiempo dado por la ecuación siguiente:

$$NIO_C(t, \text{mezcla}) = \left(\sum_i (AR_i(t, \text{mezcla}) \times RI_{\text{prod},i}) \right) \times \min. \left(\left(\frac{CG(\text{productos}, E, 1a)}{\sum_i (E_{\text{escen.prod},i}(1a) \times AR_i(t, \text{mezcla}))} \right), \left(\frac{CG(\text{productos}, H_{\text{fetus}}, 9\text{meses})}{\sum_i (H_{\text{feto,escen.prod},i}(9\text{mo}) \times AR_i(t, \text{mezcla}))} \right) \right) \times FP \quad (2)$$

⁴⁷ Para una emergencia nuclear o radiológica con una gran emisión de materiales radiactivos al medio ambiente. El valor por omisión se calculó utilizando los supuestos descritos en la ref. [56]. También se consideraron las contribuciones de los productos de la desintegración que estaban en equilibrio con los radionucleidos respectivos.

⁴⁸ El $NIO_{T,LWR}$ es el NIO_T para una emisión de materiales radiactivos causada por una emergencia grave en un reactor de agua ligera o su combustible gastado, aplicando los supuestos descritos en la ref. [56].

donde

$AR_i(t, \text{mezcla})$ [adimensional]

es la actividad relativa del radionucleido i en el momento t para una mezcla de radionucleidos dada. Se determina mediante la fórmula $AR_i(t, \text{mezcla}) = A_i(t, \text{mezcla}) / \sum_i [A_i(t, \text{mezcla})]$, donde $A_i(t, \text{mezcla})$ [Bq] es la actividad del radionucleido i en el momento t , en una mezcla de radionucleidos dada;

$RI_{\text{prod},i}$ [(Sv/s)/(Bq/m²) o cps/(Bq/m²)]

es la respuesta del instrumento por unidad de actividad del radionucleido i en la superficie del producto no alimentario;

$CG(\text{productos}, E, 1a) = 0,01 \text{ Sv}$

es el criterio genérico para los productos no alimentarios basado en la dosis efectiva total recibida por la persona representativa en un año [2];

$CG(\text{productos}, H_{\text{feto}}, 9\text{meses}) = 0,01 \text{ Sv}$

es el criterio genérico para los productos no alimentarios basado en la dosis equivalente total recibida por un feto durante todo el período de desarrollo intrauterino [2];

$E_{\text{escen.prod},i}(1a)$ [Sv/(Bq/m²)]

es la dosis efectiva total recibida por la persona representativa en un año en un escenario de exposición a ‘productos no alimentarios’, por unidad de actividad del radionucleido i en la superficie del producto no alimentario;

y $H_{\text{feto,escen.prod},i}(9\text{meses})$ [Sv/(Bq/m²)] es la dosis equivalente total recibida por un feto durante todo el período de desarrollo intrauterino en el escenario de exposición a ‘productos no alimentarios’, por unidad de actividad del radionucleido i en la superficie del producto no alimentario.

A.9. En el caso de un solo radionucleido, la eq. (2) del párrafo A.8 dará un único valor del NIO_C independiente del tiempo. En el caso de una mezcla de

radionucleidos, la eq. (2) dará una curva de valores del $NIO_C(t)$ dependiente del tiempo a partir de la cual deberá elegirse un único valor independiente del tiempo. En una emergencia en que haya diversas mezclas de radionucleidos (por ejemplo en un accidente en una central nuclear), la eq. (2) dará un conjunto de curvas de valores del $NIO_{T,C}(t, \text{mezcla})$ dependientes del tiempo, a partir de las cuales deberá elegirse un único valor independiente del tiempo.

A.10. La tasa de dosis equivalente ambiental debería ser la cantidad preferida para la monitorización del suelo y de los productos durante una emergencia nuclear o radiológica. Si el radionucleido o la mezcla de radionucleidos de que se trata no permiten utilizar la tasa de dosis equivalente ambiental (por ejemplo, porque los valores medidos están dentro del rango de la radiación gamma de fondo), deberían monitorizarse y emplearse las tasas de cuenta β o α .

CUADRO 3. CRITERIOS GENÉRICOS PARA LAS DOSIS PROYECTADAS Y NIVELES DE INTERVENCIÓN OPERACIONAL (NIO) PARA COMENZAR A CONSIDERAR LA ADAPTACIÓN O EL LEVANTAMIENTO DE DETERMINADAS MEDIDAS PROTECTORAS Y OTRAS MEDIDAS DE RESPUESTA

Medida protectora	Criterios genéricos para adoptar la medida [2]		Criterios genéricos para considerar la adaptación o el levantamiento de la medida		NIO para considerar la adaptación o el levantamiento de la medida	Consideración
	E^*	H_{feto}^{**}	E^*	H_{feto}^{**} en todo el período de desarrollo intrauterino		
Evacuación	≥ 100 mSv en los primeros 7 días	≥ 100 mSv en los primeros 7 días	≥ 100 mSv en el primer año	≥ 100 mSv	\geq NIO2 [5]	Sustituir la evacuación por la reubicación
	≥ 100 mSv en los primeros 7 días	≥ 100 mSv en los primeros 7 días	< 100 mSv en el primer año	< 100 mSv	$<$ NIO2 [5]	Levantar la orden de evacuación solo si, salvo por algunas restricciones limitadas, las personas podrán llevar una vida normal en la zona, teniendo en cuenta: a) las dosis residuales reales, en comparación con el nivel de referencia preestablecido, y b) las condiciones enumeradas en el párrafo 4.101
			≤ 20 mSv por año	≤ 20 mSv	$<$ NIO _T (véanse los párrs. A.5 y A.6)	Levantar la orden de evacuación y decidir dar por finalizada la emergencia si se cumplen los requisitos especificados en la sección 3 y las condiciones enumeradas en el párrafo 4.101

CUADRO 3. CRITERIOS GENÉRICOS PARA LAS DOSIS PROYECTADAS Y NIVELES DE INTERVENCIÓN OPERACIONAL (NIO) PARA COMENZAR A CONSIDERAR LA ADAPTACIÓN O EL LEVANTAMIENTO DE DETERMINADAS MEDIDAS PROTECTORAS Y OTRAS MEDIDAS DE RESPUESTA (cont.)

Medida protectora	Criterios genéricos para adoptar la medida [2]		Criterios genéricos para considerar la adaptación o el levantamiento de la medida		NIO para considerar la adaptación o el levantamiento de la medida	Consideración
	E^*	H_{feto}^{**}	E^*	H_{feto}^{**} en todo el período de desarrollo intrauterino		
Reubicación	≥ 100 mSv en el primer año	≥ 100 mSv en todo el período de desarrollo intrauterino	< 100 mSv en el primer año	< 100 mSv	$< \text{NIO}_2$ [5]	Levantar la orden de reubicación solo si, salvo por algunas restricciones limitadas, las personas podrán llevar una vida normal en la zona, teniendo en cuenta: a) las dosis residuales reales, en comparación con el nivel de referencia preestablecido, y b) las condiciones enumeradas en el párrafo 4.101
			≤ 20 mSv por año	≤ 20 mSv	$< \text{NIO}_r$ (calculado con el método descrito en el párr. A.5)	Levantar la orden de reubicación y decidir la transición a una situación de exposición existente si se cumplen los requisitos especificados en la sección 3 y las condiciones enumeradas en el párrafo 4.101

CUADRO 3. CRITERIOS GENÉRICOS PARA LAS DOSIS PROYECTADAS Y NIVELES DE INTERVENCIÓN OPERACIONAL (NIO) PARA COMENZAR A CONSIDERAR LA ADAPTACIÓN O EL LEVANTAMIENTO DE DETERMINADAS MEDIDAS PROTECTORAS Y OTRAS MEDIDAS DE RESPUESTA (cont.)

Medida protectora	Criterios genéricos para adoptar la medida [2]		Criterios genéricos para considerar la adaptación o el levantamiento de la medida		NIO para considerar la adaptación o el levantamiento de la medida	Consideración
	E^*	H_{feto}^{**}	E^*	H_{feto}^{**} en todo el período de desarrollo intrauterino		
Restricciones al consumo de ciertos alimentos, de leche y del agua de bebida en las zonas afectadas	≥ 10 mSv en el primer año	≥ 10 mSv en todo el período de desarrollo intrauterino	< 10 mSv en el primer año	< 10 mSv	$< \text{NIO6}$ [5]	Levantar la restricción solo una vez que se hayan estimado las dosis reales aportadas por todas las vías de ingestión y su contribución a la dosis residual recibida por todas las vías de exposición
Restricciones al comercio internacional de ciertos alimentos, de la leche y del agua de bebida	≥ 1 mSv por año	≥ 1 mSv en todo el período de desarrollo intrauterino	< 1 mSv por año	< 1 mSv	$< \text{niveles orientativos dados en la ref. [34]}$	Levantar las restricciones al comercio internacional de alimentos para lactantes y otros alimentos de conformidad con la ref. [34]

CUADRO 3. CRITERIOS GENÉRICOS PARA LAS DOSIS PROYECTADAS Y NIVELES DE INTERVENCIÓN OPERACIONAL (NIO) PARA COMENZAR A CONSIDERAR LA ADAPTACIÓN O EL LEVANTAMIENTO DE DETERMINADAS MEDIDAS PROTECTORAS Y OTRAS MEDIDAS DE RESPUESTA (cont.)

Medida protectora	Criterios genéricos para adoptar la medida [2]		Criterios genéricos para considerar la adaptación o el levantamiento de la medida		NIO para considerar la adaptación o el levantamiento de la medida	Consideración
	E^*	H_{feto}^{**}	E^*	H_{feto}^{**} en todo el período de desarrollo intrauterino		
Restricciones al uso de ciertos productos no alimentarios en las zonas afectadas	≥ 10 mSv en el primer año	≥ 10 mSv en todo el período de desarrollo intrauterino	< 10 mSv en el primer año	< 10 mSv	$< \text{NIO}_c$ (calculado con el método descrito en el párr. A.8)	Levantar la restricción solo una vez que se hayan estimado las dosis reales aportadas por el uso de los productos no alimentarios y su contribución a la dosis residual recibida por todas las vías de exposición
Restricciones al comercio internacional de ciertos productos no alimentarios en las zonas afectadas	≥ 1 mSv por año	≥ 1 mSv en todo el período de desarrollo intrauterino	< 1 mSv por año	< 1 mSv	$< \text{NIO}_c$ (calculado con el método descrito en el párr. A.8)	Levantar las restricciones al comercio Internacional de los productos no alimentarios

* Dosis efectiva.

** Dosis equivalente para el feto.

REFERENCIAS

- [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Convención sobre la Pronta Notificación de Accidentes Nucleares y Convención sobre Asistencia en caso de Accidente Nuclear o Emergencia Radiológica*, Colección Jurídica N° 14, OIEA, Viena, 1989.
- [2] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, INTERPOL, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICOS, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, COMISIÓN PREPARATORIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL TRATADO DE PROHIBICIÓN COMPLETA DE LOS ENSAYOS NUCLEARES, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL, *Preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica*, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 7, OIEA, Viena, 2018.
- [3] COMISIÓN EUROPEA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICOS, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad*, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 3, OIEA, Viena, 2016.
- [4] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Disposiciones de preparación para emergencias nucleares o radiológicas*, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GS-G-2.1, OIEA, Viena, 2010.
- [5] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Criterios aplicables a la preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica*, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-2, OIEA, Viena, 2013.

- [6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *El accidente de Fukushima Daiichi: Informe del Director General*, OIEA, Viena, 2015.
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *The Fukushima Daiichi Accident, Technical Volume 3/5: Emergency Preparedness and Response*, IAEA, Vienna (2015).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *The Radiological Accident in Nueva Aldea*, IAEA, Vienna (2009).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *OECD–IAEA Paks Fuel Project: Final Report*, IAEA, Vienna (2010).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *The Radiological Accident in Lia, Georgia*, IAEA, Vienna (2014).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Investigation of an Accidental Exposure of Radiotherapy Patients in Panama: Report of a Team of Experts, 26 May–1 June 2001*, IAEA, Vienna (2001).
- [12] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *El accidente radiológico de Goiânia*, OIEA, Viena, 1990.
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *The International Chernobyl Project: Technical Report*, IAEA, Vienna (1991).
- [14] BENNETT, B., REPACHOLI, M., CARR, Z. (Eds.), *Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes: Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group “Health”*, World Health Organization, Geneva (2006).
- [15] NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, *Investigation into the March 28, 1979 Three Mile Island Accident by Office of Inspection and Enforcement, Rep. NUREG-0600*, Office of Inspection and Enforcement, Washington, DC (1979).
- [16] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Proceso de rehabilitación de zonas afectadas por actividades y accidentes pasados, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-3.1*, OIEA, Viena, 2009. (Se está preparando una versión revisada de esta publicación).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Radiation Protection of the Public and the Environment*, IAEA Safety Standards Series No. GSG-8, IAEA, Vienna (2018).
- [18] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Evaluación de la seguridad para la clausura de instalaciones que utilizan materiales radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-5.2*, OIEA, Viena, 2012.
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Decommissioning of Nuclear Power Plants, Research Reactors and Other Nuclear Fuel Cycle Facilities*, IAEA Safety Standards Series No. SSG-47, IAEA, Vienna (2018).
- [20] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Comunicación con el público en caso de emergencia nuclear o radiológica, EPR-Public Communications 2012*, OIEA, Viena, 2013.
- [21] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Método para la elaboración de una estrategia y un plan de comunicación para casos de emergencia nuclear o radiológica, Colección de Preparación y Respuesta para Casos de Emergencia, EPR-Public Communication Plan 2015*, OIEA, Viena, 2016.

- [22] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Recomendaciones de Seguridad Física Nuclear sobre la Protección Física de los Materiales y las Instalaciones Nucleares (INFCIRC/225/Rev.5)*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 13, OIEA, Viena, 2012.
- [23] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Recomendaciones de Seguridad Física Nuclear sobre Materiales Radiactivos e Instalaciones Conexas*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 14, OIEA, Viena, 2012.
- [24] OFICINA EUROPEA DE POLICÍA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE POLICÍA CRIMINAL-INTERPOL, INSTITUTO INTERREGIONAL DE LAS NACIONES UNIDAS PARA INVESTIGACIONES SOBRE LA DELINCUENCIA Y LA JUSTICIA, OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE ADUANAS, *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 15, OIEA, Viena, 2012.
- [25] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection: 2016 Revision, IAEA, Vienna (in preparation).
- [26] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, *Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*, Publicación ICRP 103, editada por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) con la autorización de la ICRP, Senda Editorial S.A., Madrid, 2008.
- [27] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÓMICA, *Marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad*, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 1 (Rev. 1), OIEA, Viena, 2017.
- [28] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, *Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations*, Publication 109, Elsevier, Oxford (2009).
- [29] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, *Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency*, Publication 111, Elsevier, Oxford (2009).
- [30] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Bloqueo tiroideo con yodo: Guía para su utilización en la planificación y respuesta a emergencias nucleares y radiológicas*, OMS, Ginebra, 2017.
- [31] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Medidas para proteger al público en una emergencia debida a condiciones graves en un reactor de agua ligera*, EPR-NPP Public Protective Actions 2013, OIEA, Viena, 2016.
- [32] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Guías para la calidad del agua de consumo humano*, 4ª ed., OMS, Ginebra, 2011.

- [33] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, JOINT FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION / INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY DIVISION OF NUCLEAR TECHNIQUES IN FOOD AND AGRICULTURE, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Criteria for Radionuclide Activity Concentrations for Food and Drinking Water, IAEA-TECDOC-1788, IAEA, Vienna (2016).
- [34] Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos, adoptada en 1995, enmendada por última vez en 2019, Comisión del Codex Alimentarius, http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS_193s.pdf
- [35] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Occupational Radiation Protection, IAEA Safety Standards Series No. GSG-7, IAEA, Vienna (2018).
- [36] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Monitorización del medio ambiente y de las fuentes de radiación con fines de protección radiológica, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.8*, OIEA, Viena, 2010.
- [37] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Generic Procedures for Medical Response during a Nuclear or Radiological Emergency, EPR-Medical 2005, IAEA, Vienna (2005).
- [38] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ALTO COMISIONADO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LOS REFUGIADOS, *Guía de intervención humanitaria mhGAP (GIH-mhGAP): El manejo clínico de los trastornos mentales neurológicos y por uso de sustancias en las emergencias humanitarias*, OPS, Washington, DC, 2016.
- [39] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, WAR TRAUMA FOUNDATION, VISIÓN MUNDIAL INTERNACIONAL, *Primera ayuda psicológica: Guía para trabajadores de campo*, OMS, Ginebra, 2012.
- [40] COMITÉ PERMANENTE ENTRE ORGANISMOS, *Guía del IASC sobre Salud Mental y Apoyo Psicosocial en Emergencias Humanitarias y Catástrofes*, IASC, Ginebra, 2007.
- [41] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 5*, OIEA, Viena, 2010.
- [42] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste from Nuclear Fuel Cycle Facilities, IAEA Safety Standards Series No. SSG-41, IAEA, Vienna (2016).
- [43] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste from Nuclear Power Plants and Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. SSG-40, IAEA, Vienna (2016).
- [44] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste from the Use of Radioactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education, IAEA Safety Standards Series No. SSG-45, IAEA, Vienna (2019).

- [45] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Clasificación de desechos radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-1*, OIEA, Viena, 2015.
- [46] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Disposición final de desechos radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SSR-5*, OIEA, Viena, 2012.
- [47] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos, Edición de 2012, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SSR-6*, OIEA, Viena, 2013.
- [48] Convenio del 29 de Julio de 1960 acerca de la Responsabilidad Civil en materia de Energía Nuclear, enmendado por el Protocolo Adicional del 28 de Enero de 1964, y por el Protocolo del 16 de Noviembre de 1982 (Convenio de París).
- [49] Convenio de 31 de enero de 1963 complementario al Convenio de París de 29 de julio de 1960 sobre la Responsabilidad Civil en materia de Energía Nuclear, modificado por el Protocolo Adicional de 28 de enero de 1964 y el Protocolo de 16 de noviembre de 1982 (Convenio complementario de Bruselas).
- [50] Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, INFCIRC/500, OIEA, Viena, 1996.
- [51] Protocolo Común relativo a la Aplicación de la Convención de Viena y del Convenio de París, INFCIRC/402, OIEA, Viena, 1992.
- [52] Protocolo de Enmienda de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, INFCIRC/566, OIEA, Viena, 1998.
- [53] Convención sobre Indemnización Suplementaria por Daños Nucleares, INFCIRC/567, OIEA, Viena, 1998.
- [54] Protocolo que modifica el Convenio de París sobre la Responsabilidad Civil en materia de Energía Nuclear (Protocolo de 2004 que modifica el Convenio de París).
- [55] Protocolo que modifica al Convenio complementario de Bruselas sobre la Responsabilidad Civil en materia de Energía Nuclear (Protocolo de 2004 al Convenio complementario de Bruselas).
- [56] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Operational Intervention Levels for Reactor Emergencies, and Methodology for Their Derivation*, EPR-NPP-OILs 2017, IAEA, Vienna (2017).

Anexo I

ESTUDIOS DE CASOS

I-1. En los estudios de casos del presente anexo se examina la aplicación de las orientaciones y recomendaciones formuladas en esta Guía de Seguridad en el contexto de la respuesta de emergencia al accidente de Fukushima Daiichi en el Japón (2011), el accidente radiológico de Goiânia en el Brasil (1987), el incidente del daño del combustible en la central nuclear de Paks en Hungría (2003) y el incidente del robo de una fuente radiactiva en Hueypoxtla en México (2013). Los estudios de casos describen brevemente la gestión de los incidentes y accidentes y sus consecuencias, desde la declaración de la emergencia hasta la preparación para abordar los aspectos de la recuperación y las consecuencias a largo plazo en una situación de exposición diferente.

I-2. Los cuatro estudios de casos se seleccionaron con vistas a presentar ejemplos representativos de la transición ya sea a una situación de exposición planificada (el incidente del daño del combustible en la central de Paks y el robo de la fuente radiactiva en Hueypoxtla) o a una situación de exposición existente (el accidente de Fukushima Daiichi y el accidente radiológico de Goiânia). También se seleccionaron de modo que abarcaran emergencias relacionadas con la industria nuclear y con el uso de fuentes radiactivas en otras aplicaciones, y diferentes circunstancias iniciadoras.

I-3. Los estudios de casos de este anexo no tienen por objeto dar una descripción detallada de los incidentes o accidentes y de la respectiva respuesta de emergencia, ni evaluar el modo en que se gestionaron los sucesos. Cada estudio de caso se utiliza para extraer conclusiones mediante una comparación con los requisitos descritos en la sección 3 de la presente Guía de Seguridad, a fin de facilitar la comprensión de esta Guía.

I-4. La terminología utilizada en estos estudios de casos se ajusta, en general, a la empleada en las referencias correspondientes y en los Estados Miembros en que ocurrieron los incidentes o accidentes; por lo tanto, no siempre corresponde a la terminología utilizada en la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*.

I-5. La descripción de cada estudio de caso incluye un gráfico que ilustra la secuencia retrospectiva de los sucesos e hitos de la emergencia en examen. Esos gráficos no indican las fechas oficiales en que se dieron por finalizadas las emergencias, sino los resultados de un análisis retrospectivo del estudio de caso efectuado para determinar cuándo se cumplieron los requisitos establecidos en la

sección 3. Este proceso permite demostrar, a partir de la experiencia, cuándo fue posible cumplir los requisitos en una emergencia menor o a gran escala, y poner a prueba la idoneidad de las orientaciones ofrecidas en esta Guía de Seguridad (p.ej., las orientaciones de la sección 3 sobre los plazos dentro de los cuales puede darse por finalizada una emergencia).

EL ACCIDENTE DE FUKUSHIMA DAIICHI EN EL JAPÓN

I-6. El gran terremoto del Japón oriental, de una magnitud de momento de 9,0, se produjo el 11 de marzo de 2011 a las 14.46 horas (hora estándar del Japón). Los movimientos sísmicos y el tsunami generado por el terremoto causaron graves daños en la central nuclear de Fukushima Daiichi, explotada por la Compañía de Energía Eléctrica de Tokio (TEPCO) y en la infraestructura conexas. La central, que tenía seis reactores de agua en ebullición, sufrió un apagón (es decir, la pérdida de todo el suministro de electricidad del exterior y de prácticamente todas las fuentes de suministro eléctrico alternativo). En las Unidades 1 a 3, que estaban funcionando a plena capacidad en el momento del accidente, no fue posible evitar la fusión de los núcleos de los reactores y la emisión de materiales radiactivos al medio ambiente. Salvo indicación en contrario, la información presentada en esta sección está tomada de la referencia [I-1].

Declaración de la emergencia y medidas protectoras urgentes

I-7. A las 19.03 horas del 11 de marzo de 2011, el Gobierno nacional estableció el Cuartel General de Respuesta a la Emergencia Nuclear (CGREN)); al mismo tiempo, se declaró una ‘emergencia nuclear’.

I-8. A las 20.50 horas del 11 de marzo de 2011, la administración de la prefectura de Fukushima decidió evacuar a los residentes en un radio de 2 km en torno a la central nuclear de Fukushima Daiichi. Sin embargo, al cabo de poco más de media hora, a las 21.23 horas, el Gobierno nacional emitió una orden de evacuación para la población de 3 km a la redonda, y la orden de permanecer en espacios interiores para la población en un radio de 3 a 10 km en torno al emplazamiento. A las 5.44 horas del 12 de marzo de 2011, el Gobierno nacional amplió la orden de evacuación a un radio de 3 a 10 km. A las 18.25 horas, tras la explosión de hidrógeno en la Unidad 1 de la central nuclear de Fukushima Daiichi, la orden de evacuación se amplió a la zona comprendida en un radio de 20 km en torno a la central.

I-9. A las 11.00 horas del 15 de marzo de 2011, se dio la orden de que los residentes en la zona comprendida entre un radio de 20 km y 30 km alrededor de la central permanecieran en sus casas y no salieran al exterior. Esta orden estuvo en vigor durante 10 días. El 25 de marzo de 2011, ante las dificultades que estaba creando el prolongado período de encierro en el interior de las casas, el Gobierno nacional recomendó a los residentes en esa zona que la evacuaran voluntariamente.

I-10. La administración de yodo estable para bloquear la tiroides no se aplicó de manera uniforme. Algunas administraciones locales distribuyeron comprimidos de yodo estable pero no aconsejaron que se tomaran, mientras que otras distribuyeron los comprimidos y aconsejaron a la población que los tomara, y otras aún esperaron a recibir instrucciones del Gobierno nacional.

I-11. El 21 de marzo de 2011, el Gobierno nacional comenzó a imponer restricciones a la distribución de determinados alimentos, que se fueron modificando a medida que evolucionaba la situación. Las restricciones al consumo de alimentos se formularon sobre la base de los resultados de la monitorización de muestras, con los que se determinaron los alimentos que superaban los criterios nacionales y se definieron las áreas geográficas afectadas.

Medidas de respuesta temprana

I-12. El 11 de abril de 2011, el Gobierno nacional anunció que se utilizaría el criterio de una dosis efectiva de 20 mSv, como dosis proyectada en un año contado a partir de la fecha del accidente, para determinar las áreas situadas fuera de la zona de evacuación de 20 km de las que también pudiera ser necesario sacar a la población y reubicarla. El 22 de abril de 2011, se estableció una ‘zona de evacuación deliberada’, más allá de la zona de evacuación de 20 km, para incluir las áreas en que podría superarse ese criterio de dosis proyectada de 20 mSv en un año. El Gobierno nacional emitió la orden de que la reubicación de la población de esa zona se llevara a cabo en el plazo aproximado de un mes. El mismo día, el CGREN dio la instrucción de restringir el acceso a la zona evacuada de 20 km a la redonda de la central (que quedó así clasificada como ‘zona de acceso restringido’).

I-13. Además de la zona de evacuación deliberada, el 22 de abril de 2011 se estableció una ‘zona preparada para la evacuación en caso de emergencia’ (denominada en adelante ‘zona preparada para la evacuación’). Los residentes en la zona preparada para la evacuación recibieron el consejo de permanecer en espacios interiores o de evacuar la zona por sus propios medios si volvían

a producirse situaciones inquietantes en relación con la central nuclear de Fukushima Daiichi. La designación de la zona preparada para la evacuación se retiró el 30 de septiembre de 2011. Como resultado de la monitorización llevada a cabo fuera de la zona de acceso restringido (es decir, de la zona de evacuación de 20 km a la redonda de la central) y de la zona de evacuación deliberada, se identificaron diversos lugares donde las dosis efectivas proyectadas para los residentes en el plazo de un año contado a partir del accidente superarían los 20 mSv. El 16 de junio de 2011, el Gobierno nacional anunció que esos lugares se designarían como ‘puntos específicos donde se recomienda la evacuación’. La designación de esos lugares comenzó el 30 de junio de 2011, y para mayo de 2012

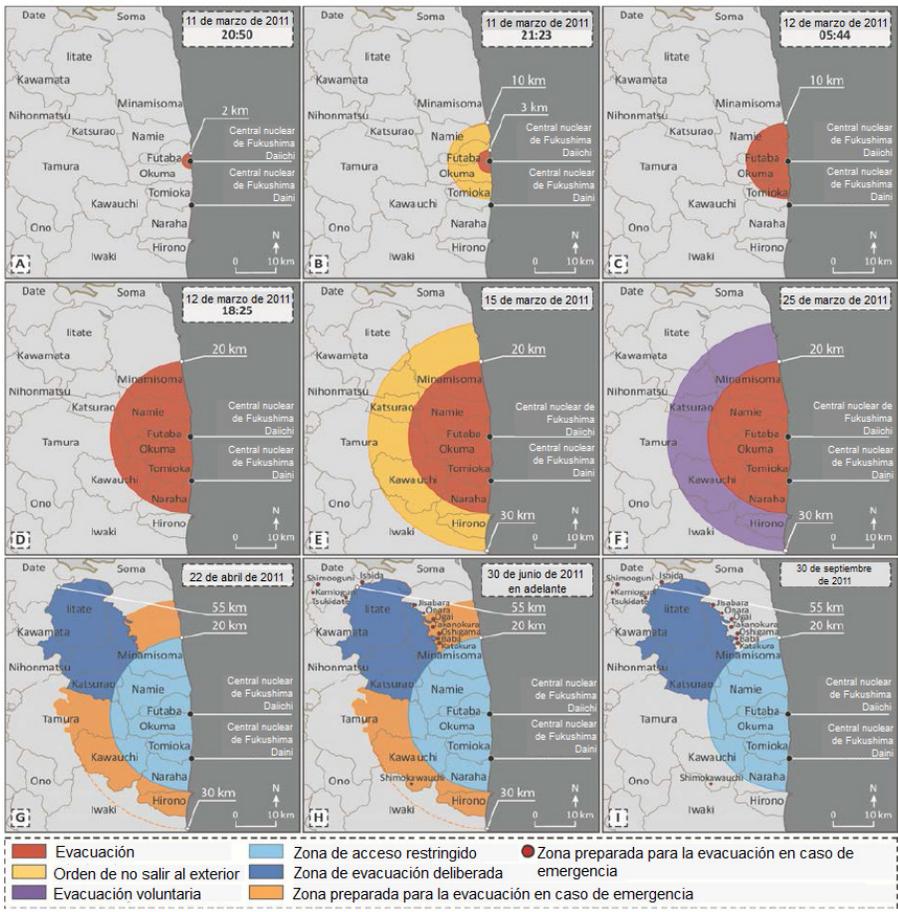


Fig. I-1. Zonas y lugares en que se ordenó o recomendó la aplicación de medidas protectoras hasta el 30 de septiembre de 2011 [I-1].

se habían identificado como ‘puntos específicos’ numerosas localidades con casi 300 casas. Sin embargo, no se emitieron órdenes de evacuación basadas en la Ley de Emergencias Nucleares para los residentes en esos ‘puntos específicos’; en cambio, el Gobierno nacional informó a los residentes sobre la posibilidad de exposición a la radiación y prestó apoyo a los que decidieron irse [I-2].

I-14. La figura I-1 muestra las zonas y los lugares en que se ordenó o recomendó la aplicación de medidas protectoras hasta el 30 de septiembre de 2011.

Transición a la recuperación a largo plazo

I-15. Al elaborar las disposiciones para la transición de la fase de respuesta a la emergencia a la fase de recuperación después del accidente, las autoridades japonesas decidieron aplicar las recomendaciones más recientes de la Comisión Internacional de Protección Radiológica [I-3, I-4]. La Ley de Medidas Especiales relativas a la Preparación para Emergencias Nucleares [I-5] incluía un capítulo sobre las medidas generales para la restauración después de una emergencia nuclear. Sin embargo, las políticas, las directrices y los criterios específicos, así como los arreglos generales para la transición de la fase de respuesta a la emergencia a la fase de recuperación, se elaboraron después del accidente [I-6].

I-16. La responsabilidad global de gestionar el proceso de restablecimiento de la normalidad había sido asumida por el CGREN. La Ley de Emergencias Nucleares especificaba que el CGREN dejaría de existir cuando se declarara finalizada la emergencia nuclear. La Comisión de Seguridad Nuclear (CSN) tenía la responsabilidad de asesorar sobre la finalización de la emergencia.

I-17. El 17 de abril de 2011, la TEPCO publicó una hoja de ruta [I-7] que indicaba las medidas necesarias para la recuperación en el emplazamiento. En particular, la hoja de ruta describía la política básica, las metas y las medidas inmediatas en relación con la refrigeración, la mitigación de las consecuencias, la monitorización y la descontaminación.

I-18. En cuanto a la recuperación fuera del emplazamiento, el 17 de mayo de 2011 el CGREN publicó la ‘Política de prestación de asistencia inmediata a los afectados por el accidente nuclear’ y estableció una hoja de ruta que definía los objetivos y las condiciones que debían cumplirse para la vuelta a la normalidad [I-7]. En la política se enumeraban nueve grupos de medidas, divididas en pasos y vinculadas con la hoja de ruta de la TEPCO para la recuperación en el emplazamiento, cuya aplicación se extendería por los siguientes períodos: hasta mediados de julio de 2011, por entre 3 y 6 meses, y por un período a medio plazo.

I-19. Los nueve grupos de medidas consistían en lo siguiente:

- 1) medidas para la recuperación de la central nuclear de Fukushima Daiichi de los efectos del accidente;
- 2) medidas relacionadas con la zona evacuada sobre la base de las condiciones de la central nuclear en un radio de 20 km a la redonda (zona de acceso restringido);
- 3) medidas relacionadas con la zona de la que la población había sido sacada y reubicada (zona de evacuación deliberada);
- 4) medidas relacionadas con la zona en que se había aconsejado a las personas que no salieran al exterior (zona preparada para la evacuación);
- 5) medidas para garantizar la seguridad de las personas afectadas y tranquilizarlas;
- 6) medidas para asegurar el empleo y apoyar las explotaciones agrícolas y las industrias;
- 7) medidas para apoyar a los municipios locales de las zonas afectadas;
- 8) medidas relacionadas con la indemnización de las personas afectadas por el accidente, las empresas afectadas, etc.;
- 9) medidas para prestar asistencia a los que regresaran a las zonas evacuadas.

I-20. La hoja de ruta tenía por objeto facilitar la comunicación y los preparativos para la transición a las operaciones de recuperación a largo plazo y la reanudación de la actividad social y económica normal. Este plan asignaba responsabilidades y detallaba otros aspectos de la organización del proceso de transición, y especificaba los objetivos y condiciones que debían cumplirse para la finalización de la fase de respuesta a la emergencia.

I-21. El cumplimiento del paso 1 de la medida 1 (un descenso constante de la tasa de radiación) y la transición al paso 2 (el control de la emisión de materiales radiactivos y una contención importante de la tasa de radiación) fueron confirmados el 19 de julio de 2011, cuando los resultados de la monitorización indicaron que la emisión de materiales radiactivos había experimentado una disminución constante desde el comienzo del accidente. Las medidas 2 a 4 describían los pasos necesarios en las zonas cuya población haya sido evacuada o reubicada, o en que se había aconsejado no salir al exterior.

I-22. Durante las fases de emergencia y transición, la CSN impartió diferentes clases de asesoramiento técnico sobre la protección radiológica de los residentes en las zonas circundantes. El 19 de julio de 2011, la Comisión publicó una política que resumía sus recomendaciones para el levantamiento de las medidas protectoras y la reanudación de la vida normal.

Reapertura de las escuelas

I-23. La administración de la prefectura de Fukushima solicitó al Gobierno nacional que impartiera asesoramiento sobre la reapertura de las escuelas y otros establecimientos educativos de la prefectura. En respuesta a ello, tras haber consultado con la CSN, el 19 de abril de 2011 el Ministerio de Educación, Cultura, Deportes, Ciencia y Tecnología (MEXT) declaró que a ese efecto se utilizaría un criterio de dosis de 20 mSv por año. Atendiendo a este criterio, el MEXT decidió restringir las actividades de los niños y alumnos al aire libre solo en las escuelas y las guarderías infantiles en que se hubieran medido tasas de dosis ambientales superiores a 3,8 μ Sv/h. La reapertura de las escuelas fue clasificada como medida en una situación de exposición existente, mientras que el establecimiento de la zona de evacuación deliberada fue tratado como una situación de exposición de emergencia. Sin embargo, en ambos casos se utilizó el criterio de una dosis anual proyectada de 20 mSv.

I-24. En respuesta a la preocupación pública, el criterio de los 20 mSv por año se redujo posteriormente a 1 mSv por año. El 27 de mayo de 2011, el MEXT emitió una notificación destinada a reducir la dosis recibida por los niños, los alumnos y otras personas en las escuelas y otros establecimientos de la prefectura de Fukushima. La notificación establecía un límite de dosis de 1 mSv por año, ordenaba la distribución de dosímetros a las escuelas y señalaba que se ofrecería apoyo financiero para la descontaminación a las escuelas en que se hubieran medido tasas de dosis ambiental superiores a 1 μ Sv/h.

Monitorización ambiental

I-25. El 13 de junio de 2011 se anunció el Plan de Monitorización Detallada en la Zona de Acceso Restringido y en la Zona de Evacuación Planificada [I-8]. Este plan comprendía la monitorización del aire, el suelo, los bosques, el agua y las estructuras fabricadas (como las viviendas y las carreteras) en la zona de acceso restringido y en la zona de evacuación deliberada. Con los resultados de este programa de monitorización se elaborarían proyectos modelo para la descontaminación. En julio de 2011 se celebró una reunión de coordinación a nivel nacional entre los ministerios pertinentes, funcionarios de la prefectura de Fukushima y representantes de la TEPCO, para promover la coordinación de la labor de monitorización. En agosto de 2011 se publicó un plan de monitorización completo, que especificaba también las funciones de las diversas organizaciones. En virtud de este plan, que fue revisado posteriormente, se trabajaría en la restauración ambiental de la zona en torno a la central nuclear de Fukushima Daiichi y en la monitorización más detallada para atender a las necesidades

relacionadas con la salud de los niños y con la seguridad tecnológica y física de las personas [I-9]. El plan fue revisado en marzo de 2012 para incluir un examen de las zonas en que se había ordenado la evacuación y abordar la creciente preocupación por la descarga de materiales radiactivos al mar, a través de los ríos, a mediano y largo plazo.

Vigilancia de la salud

I-26. La vigilancia de la salud a largo plazo comenzó al final de junio de 2011, tras el establecimiento del Comité sobre el Estudio de la Gestión Sanitaria en Fukushima el 27 de mayo de 2011 [I-2]. El mandato del estudio era “determinar la dosis de radiación recibida por los residentes, y vigilar el estado de salud de los residentes, con vistas a la prevención, la detección precoz y el tratamiento médico temprano de las enfermedades para mantener y promover la salud futura” (traducción del japonés) [I-10]. Los estudios de la gestión sanitaria incluyeron un estudio básico realizado por medio de cuestionarios autoadministrados que se enviaron a las personas que cumplían los criterios de residencia o ubicación relacionados con el accidente [I-11]. En ese estudio básico se pidió a los informantes que consignaran sus movimientos en las semanas y meses posteriores al accidente, a fin de utilizar los resultados para estimar la exposición a la radiación con arreglo a las diferentes dosis equivalentes ambientales determinadas según el momento y el lugar [I-11].

I-27. Se realizaron cuatro estudios especializados:

- a) un examen de la tiroides de los niños de hasta 18 años cumplidos (población destinataria: alrededor de 380.000 personas);
- b) un reconocimiento médico completo de los evacuados (210.000 personas);
- c) un estudio de la salud mental y el modo de vida de esos mismos evacuados;
- d) un estudio de las mujeres embarazadas y las madres lactantes (aproximadamente 15.000 por año) [I-11].

I-28. La primera ronda de exámenes de la tiroides, consistente en una ecografía de la tiroides y una exploración clínica detallada, comenzó en octubre de 2011 y terminó en marzo de 2014. La segunda ronda de ecografías de la tiroides empezó en abril de 2014 y concluyó en marzo de 2016, mientras proseguían las exploraciones detalladas de la primera ronda. En el caso de los niños participantes, la ecografía se repetirá cada dos años hasta que cumplan los 20 años; a partir de ese momento, serán examinados cada cinco años [I-12]. Los reconocimientos médicos completos comenzaron en julio de 2011 y comprenden pruebas para determinar el índice de masa corporal, la glucohemoglobina (HbA1c), la función

hepática y la tensión arterial. El estudio de las mujeres embarazadas y las madres lactantes incluyó el uso de un cuestionario que se envió a todas las madres que habían recibido una libreta de salud materno-infantil entre el 1 de agosto de 2010 y el 31 de julio de 2011; aproximadamente 15.000 de ellas devolvieron el cuestionario cumplimentado. En algunos casos en que las respuestas al cuestionario indicaban la necesidad de una consulta, se ofreció asesoramiento médico por teléfono. Este estudio se actualiza anualmente para incorporar los nuevos datos, especialmente sobre los embarazos y los nacimientos. El estudio sobre la salud mental y el modo de vida comenzó en enero de 2012 y se repite todos los años mediante cuestionarios encaminados a evaluar el estado mental y fisiológico, los cambios en el modo de vida, las experiencias con el terremoto y el tsunami, y aspectos relacionados con la radiación, con el fin de prestar la atención de salud mental y el apoyo al modo de vida que necesiten los evacuados [I-11].

Trabajadores de emergencias y ayudantes en la emergencia

I-29. Las disposiciones para la protección de los trabajadores se modificaron gradualmente durante la fase de transición, en función de los trabajos que se estaban realizando. El criterio de dosis más alto para los trabajadores de emergencias, de 250 mSv¹, se fue retirando gradualmente. Este criterio dejó de aplicarse el 1 de noviembre de 2011 para los nuevos trabajadores de emergencias contratados, y el 16 de diciembre de 2011 (cuando se anunció el logro del estado de parada fría en la central) para la mayoría de los demás trabajadores de emergencias. El 30 de abril de 2012, se retiró el criterio más alto para un grupo de alrededor de 50 empleados de la TEPCO que presentaban dosis acumuladas superiores a 100 mSv pero que tenían conocimientos especializados y experiencia en el funcionamiento de los sistemas de refrigeración de los reactores y en el mantenimiento de las instalaciones y el equipo para suprimir la emisión de materiales radiactivos.

I-30. En paralelo con ello, se iniciaron los preparativos para las obras planificadas de descontaminación y restauración. El 26 de agosto de 2011 se publicó la ‘Política básica de respuesta a la emergencia sobre los trabajos de descontaminación’. En esta política y en las directrices conexas se definían las responsabilidades y los requisitos que debían cumplirse para la protección radiológica de los trabajadores de emergencias. Con respecto a los trabajadores participantes en labores de descontaminación, restauración y gestión de desechos, se aplicó el marco para la exposición ocupacional en condiciones de funcionamiento normal.

¹ Aplicable a toda la duración de los trabajos de emergencia.

I-31. Después del accidente, personas de las zonas afectadas y de otras partes del Japón y de varias organizaciones no gubernamentales (ayudantes en la emergencia) se ofrecieron voluntariamente para prestar asistencia en actividades tales como el suministro de alimentos, agua y otros artículos de primera necesidad y, posteriormente, en actividades de descontaminación y vigilancia. Se elaboraron orientaciones adecuadas para proteger a estos ayudantes de modo que no se superaran los límites de dosis para los miembros de la población en condiciones de explotación normal (1 mSv por año).

Finalización de las medidas protectoras urgentes

I-32. El 19 de julio de 2011 se publicó la ‘Política básica de la Comisión de Seguridad Nuclear del Japón sobre la protección radiológica para la terminación de la evacuación y la reconstrucción’ [I-13]. En esta política se definían las medidas de protección contra la radiación que debían adoptarse en las diferentes situaciones de exposición, es decir, en las situaciones de exposición de emergencia y las situaciones de exposición existente. La política reconocía la necesidad de introducir sistemas de monitorización ambiental y de estimación de las dosis recibidas por las personas, como base científica para adoptar decisiones administrativas sobre las medidas protectoras, incluidas la descontaminación y la rehabilitación, y levantar las medidas de evacuación. Para el largo plazo, recomendaba la combinación de una serie de métodos de descontaminación y mejora al establecer las medidas de protección radiológica, y señalaba que el público debería participar en la planificación de las actividades y las políticas relacionadas con estas medidas.

I-33. El 4 de agosto de 2011, el CGREN pidió asesoramiento a la CSN sobre la necesidad de modificar las medidas protectoras que se estaban aplicando en ese momento (evacuación, reubicación y orden de no salir al exterior). La CSN dio su respuesta en el documento titulado ‘Posición de la Comisión de Seguridad Nuclear sobre el levantamiento de las medidas protectoras urgentes aplicadas tras el accidente en la central nuclear de Fukushima Daiichi’. Las orientaciones incluían tres elementos básicos para determinar si era el caso de poner fin a las medidas protectoras en una zona dada:

- a) la estimación de una dosis anual proyectada para el público inferior al criterio de los 20 mSv;
- b) la conclusión de los preparativos para la aplicación de medidas protectoras a largo plazo;

- c) la existencia de un marco para la participación de las administraciones locales pertinentes y de los residentes en el proceso de adopción de decisiones sobre las medidas protectoras a largo plazo.

I-34. La declaración de la CSN establecía también las condiciones para poner fin a la designación de las distintas zonas (la zona preparada para la evacuación, la zona de evacuación deliberada y la zona de acceso restringido) en que regían las medidas protectoras más estrictas [I-8].

I-35. El 9 de agosto de 2011, atendiendo a esta recomendación, el CGREN preparó un examen de las zonas de evacuación, en que se establecían tres requisitos para el levantamiento de las medidas protectoras:

- a) la seguridad de la central nuclear;
- b) la disminución de la tasa de dosis;
- c) la restauración de las funciones de servicio público y de la infraestructura.

I-36. Sobre la base del Plan de Acción de Monitorización Radiológica para el Regreso en las Zonas Preparadas para la Evacuación en Caso de Emergencia, establecido el 25 de julio de 2011, el MEXT realizó diversas actividades de monitorización en los municipios de esta zona. En esas actividades se midieron las tasas de dosis ambiental en todos los municipios, incluidos los principales puntos de actividad cercanos a las escuelas. Además, el 19 de septiembre de 2011, todas las ciudades, pueblos y aldeas de las zonas preparadas para la evacuación comenzaron a elaborar los programas de recuperación después de un desastre que presentarían al CGREN. Sobre la base de estos programas de recuperación, el CGREN decidió que las condiciones a) a c) para poner fin a la designación de esos territorios como zonas preparadas para la evacuación se habían cumplido [I-2].

I-37. El CGREN consultó con los dirigentes de las ciudades, pueblos y aldeas interesados sobre el levantamiento de la designación como zona preparada para la evacuación y los programas de recuperación después de un desastre, y el 30 de septiembre de 2011 el Gobierno del Japón retiró el consejo de permanecer en espacios interiores basándose en una evaluación del estado de seguridad de la central nuclear y en las mediciones de las tasas de dosis efectuadas en las zonas pertinentes. En el anuncio se señalaba que la monitorización proseguiría y que las administraciones locales ejecutarían sus planes de restauración. También se indicaba que la fecha en que la población podría regresar a la zona variaría según la administración local, y que el regreso se realizaría con apoyo del Gobierno nacional.

Gestión de desechos y obras de descontaminación

I-38. Los desechos que se encontraban fuera del emplazamiento después del accidente fueron clasificados ya sea como escombros generados por el terremoto o el tsunami (designados a menudo como ‘desechos del desastre’) o como residuos de las actividades de rehabilitación. Los escombros consistían en materiales tales como madera, hormigón y metales, mientras que los residuos de la rehabilitación incluían los lodos del tratamiento de aguas y de aguas servidas, cenizas de incineración, árboles, plantas y el suelo resultante de las actividades de descontaminación.

I-39. Las disposiciones para la gestión de desechos radiactivos establecidas en el Japón antes del accidente se referían a los desechos generados dentro de las instalaciones, por ejemplo en las centrales nucleares, y no incluían los desechos radiactivos que se hubieran producido en zonas públicas. La Ley de Gestión de Desechos y Limpieza Pública no se aplicaba a los desechos que estuvieran contaminados con materiales radiactivos, y no existía ninguna otra ley que regulara la disposición final de los desechos de desastres contaminados con materiales radiactivos [I-14].

I-40. El 25 de marzo, el 12 de abril, el 26 de abril y el 6 de mayo de 2011 se publicaron instrucciones sobre la forma de eliminar las hortalizas y la leche cruda en las zonas en que el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca había impuesto restricciones alimentarias; las instrucciones se basaban en el asesoramiento técnico impartido por la CSN [I-15]. El 26 de abril de 2011, el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca emitió instrucciones, en forma de preguntas y respuestas publicadas en su sitio web, sobre lo que había que hacer con los alimentos no aptos para el consumo [I-16].

I-41. El 3 de junio de 2011, la Comisión de Seguridad Nuclear publicó la ‘Política a corto plazo para garantizar la seguridad en el tratamiento y la disposición final de los desechos contaminados de los alrededores del emplazamiento de la central nuclear de Fukushima Daiichi’ [I-17]. En este documento se establecían los criterios dosimétricos para los materiales reciclados, la protección de los trabajadores que trataran esos materiales y la protección de los miembros de la población en las inmediaciones de las instalaciones de tratamiento y los emplazamientos de disposición final. La CSN proponía que la disposición final de los materiales afectados por el accidente (es decir, los escombros, los lodos del tratamiento de las aguas y de las aguas servidas, las cenizas de incineración, los árboles, las plantas y el suelo resultante de las actividades de descontaminación) se llevara a cabo aplicando las medidas de gestión

adecuadas y que se considerara la posibilidad de reutilizar algunos de esos materiales. Los productos manufacturados a partir de esos materiales reutilizados se someterían a un control de la contaminación y a un manejo adecuado antes de su introducción en el mercado. Se aplicarían medidas protectoras apropiadas para mantener la exposición a la radiación sufrida por los trabajadores y por la población en los niveles más bajos que fuera razonablemente posible alcanzar. Teniendo en cuenta las cantidades de desechos, los tipos de materiales radiactivos, la concentración de la radiactividad y las evaluaciones de la seguridad a largo plazo de las instalaciones de disposición final, se elaboró una estrategia definitiva para la disposición final.

I-42. Después del accidente se elaboraron instrumentos legislativos y reglamentarios para tratar los desechos dentro y fuera del emplazamiento. Los detalles de la gestión posterior al accidente de los desechos situados fuera del emplazamiento se establecieron en la Ley de Medidas Especiales sobre el Manejo de la Contaminación Ambiental [I-18], promulgada tras la publicación de ordenanzas gubernamentales y ministeriales por el Ministerio de Medio Ambiente. Esta Ley especificaba los desechos cuya gestión era de la responsabilidad del Gobierno nacional y los que eran de la incumbencia de las prefecturas y los municipios. La Ley fue aprobada el 26 de agosto de 2011 (y promulgada el 30 de agosto de ese mismo año) y entró plenamente en vigor el 1 de enero de 2012. De hecho, la Ley respaldaba la estrategia de rehabilitación del Japón, ya que establecía los medios para cumplir los principios y requisitos enunciados en la política nacional. Describía la gestión de las zonas contaminadas y asignaba responsabilidades al Gobierno nacional y las administraciones locales, al explotador y a la población. Esta Ley facilitó la transición de la situación de exposición de emergencia a una situación de exposición existente, y formalizó también la gestión a largo plazo de la monitorización del medio ambiente, las medidas de descontaminación, y la designación, el tratamiento, el almacenamiento y la disposición final del suelo y los desechos contaminados por materiales radiactivos. Sobre la base de esta Ley, el Ministerio de Medio Ambiente estableció en diciembre de 2011 las directrices para la descontaminación y los desechos.

I-43. De conformidad con los principios básicos enunciados en la Ley [I-19], se establecieron los siguientes objetivos para la reducción de las dosis:

“En las zonas en que la dosis de radiación adicional es inferior a 20 mSv/año se procurará:

- a) reducir la dosis de radiación adicional a 1 mSv/año o menos a largo plazo;
- b) reducir la dosis de radiación anual adicional a que está expuesta la población en alrededor de un 50 % (incluida la atenuación física de los materiales radiactivos) para el final de agosto de 2013, con respecto al nivel del final de agosto de 2011; y
- c) reducir la dosis de radiación anual adicional a que están expuestos los niños en alrededor del 60 % (incluida la atenuación física de los materiales radiactivos) para el final de agosto de 2013, con respecto al nivel del final de agosto de 2011, descontaminando los entornos en que viven los niños, como las escuelas y los parques infantiles, con carácter prioritario, dada la importancia crucial de recuperar un medio ambiente en que los niños puedan vivir en plena seguridad.

Estas metas se examinarán de cuando en cuando en función de los efectos de las medidas de descontaminación del suelo y de otros tipos de medidas.”

I-44. Dado que la descontaminación era una tarea urgente, el 26 de agosto de 2011, antes de la plena entrada en vigor de la Ley, el CGREN estableció la ‘Política básica de respuesta a la emergencia sobre los trabajos de descontaminación’ [I-20]. Esta política autorizaba el inicio de la descontaminación antes de la aplicación oficial de la Ley. La Ley N° 110 de 2011 [I-18] describía la gestión de las zonas contaminadas y asignaba responsabilidades al Gobierno nacional y las administraciones locales, al explotador y a la población. La Ley, que fue promulgada el 30 de agosto de 2011 y entró en vigor en enero de 2012, facilitó la transición de la situación de exposición de emergencia a una situación de exposición existente, y formalizó también la gestión a largo plazo de la monitorización del medio ambiente, las medidas de descontaminación, y la designación, el tratamiento, el almacenamiento y la disposición final de los desechos radiactivos.

Estabilización de las condiciones de la central y delimitación de zonas

I-45. El 16 de diciembre de 2011, se alcanzó el estado de ‘parada fría’ en la central nuclear, lo que se utilizó como indicación de que se había recuperado el control de la situación [I-21]. Esta parada fría significaba que había concluido el paso 2 de la medida 1 de la hoja de ruta publicada en mayo.

I-46. Para dar por terminado el paso 2 de la medida 1, se requería un examen de las zonas en que se estaban aplicando medidas protectoras. El Gobierno del Japón publicó el examen de esas zonas (la zona de acceso restringido y la zona

de evacuación deliberada) el 26 de diciembre de 2011, en un documento titulado ‘Concepto básico y cuestiones que hay que resolver para reorganizar las zonas de acceso restringido y las zonas con órdenes de evacuación en que ha concluido el paso 2’ [I-21]. El examen de la zona se realizó aplicando el criterio de dosis de 20 mSv por año como dosis proyectada. Los criterios y las designaciones de zonas utilizados en el examen se presentan en el cuadro I-1 y la figura I-2.

Conclusiones

I-47. El marco nacional para la protección y la seguridad radiológica del Japón existente antes del accidente no incluía situaciones que requirieran operaciones de recuperación a largo plazo en grandes zonas. Las políticas, las directrices y los criterios específicos, así como los arreglos generales para la transición de la fase de respuesta a la emergencia a la fase de recuperación, se elaboraron después del accidente, teniendo en cuenta las recomendaciones más recientes de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

I-48. La fase de respuesta a la emergencia comenzó el 11 de marzo de 2011, cuando se perdió el suministro de energía eléctrica del exterior y casi todo el suministro eléctrico del emplazamiento como consecuencia del terremoto y el tsunami. Tras la declaración de una emergencia nuclear, se adoptaron en los días siguientes medidas protectoras urgentes, como la evacuación de la población y la orden de no salir al exterior en las inmediaciones del emplazamiento, y la restricción de la distribución y el consumo de determinados alimentos y del

CUADRO I-1. CRITERIOS, DESIGNACIÓN Y COLORES DE LAS ZONAS ILUSTRADAS EN LA FIG. I-2 [I-21]

Criterio	Designación	Color en la fig. I-2
La dosis acumulativa anual sería inferior o igual a 20 mSv	Zonas en que se podía levantar la orden de evacuación	Verde (Zona 1)
La dosis acumulativa anual podría exceder de 20 mSv pero sería inferior a 50 mSv	Zonas en que los residentes no estaban autorizados a vivir	Naranja (Zona 2)
La dosis acumulativa anual excedería de 50 mSv	Zonas a las que los residentes no podrían regresar en mucho tiempo	Rojo (Zona 3)

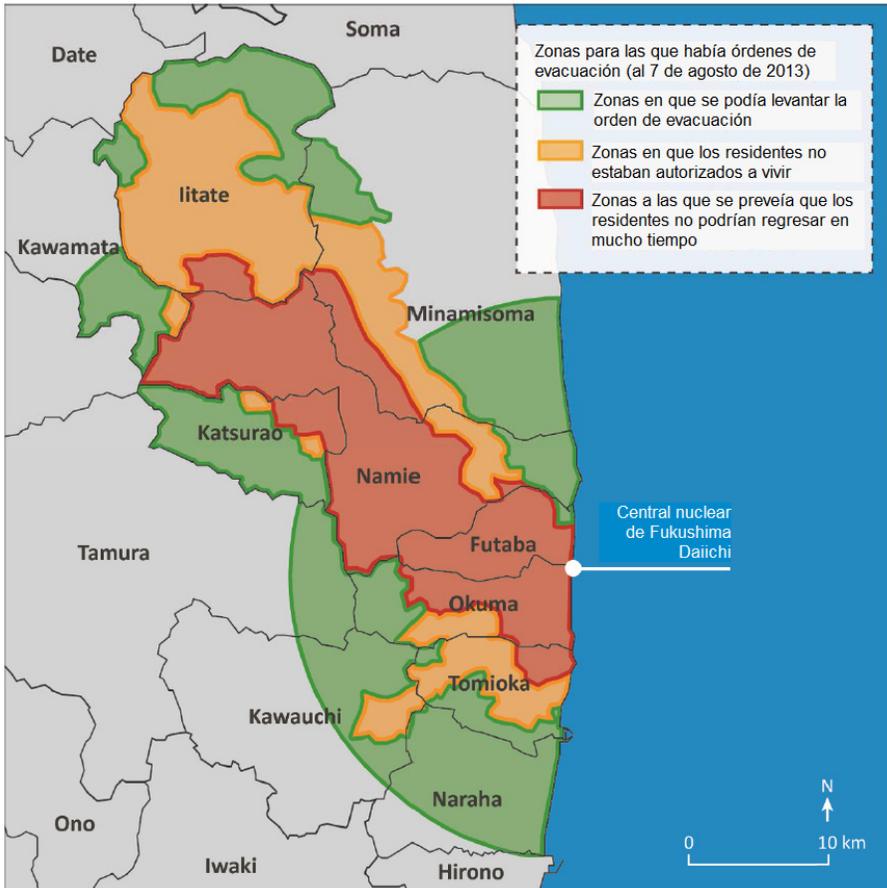


Fig. I-2. Finalización de los arreglos relativos a las zonas para las que había órdenes de evacuación (7 de agosto de 2013) [I-1].

agua para beber. Las medidas protectoras tempranas, como la reubicación de la población fuera de las zonas de evacuación y de los lugares en que se habían detectado puntos de actividad elevada, se tomaron sobre la base de una monitorización detallada. Estas medidas se aplicaron dentro de los primeros meses después del accidente, y para noviembre de 2011 habían concluido. La fase de respuesta a la emergencia, durante la cual la dosis de radiación disminuyó constantemente (la meta del paso 1), terminó, en general, alrededor del 19 de julio de 2011. Sin embargo, hasta noviembre de 2011 se siguieron detectando algunos puntos activos, y la población de esos lugares fue evacuada (o reubicada).

I-49. Los meses siguientes, aproximadamente de julio a diciembre de 2011, pueden considerarse un período de transición en el que se establecieron las políticas y las disposiciones para la fase de recuperación. Esto incluyó las siguientes actividades:

- a) la monitorización detallada para caracterizar la situación de exposición y las vías de exposición;
- b) la adopción de arreglos para la vigilancia de la salud a largo plazo;
- c) la determinación de los criterios para el levantamiento de las medidas protectoras;
- d) la formalización de la gestión a largo plazo de los desechos radiactivos;
- e) el ajuste de las disposiciones para la protección de los trabajadores de emergencias, de otros trabajadores y de los ayudantes en la emergencia, tanto dentro como fuera del emplazamiento;
- f) la revaluación y reorganización de las zonas en que había medidas protectoras en vigor;
- g) el establecimiento de planes a largo plazo para la descontaminación;
- h) el anuncio de la recuperación del control en la central.

I-50. El 16 de diciembre de 2011 se alcanzó el estado de parada fría en la central nuclear, pero en ese momento no se declaró oficialmente el fin de la emergencia. El concepto básico de los arreglos para las zonas que se habían evacuado fue publicado el 26 de diciembre de 2011. La Ley de Medidas Especiales sobre el Manejo de la Contaminación Ambiental entró en vigor el 1 de enero de 2012. Entre otras cosas, la Ley creó los arreglos institucionales necesarios para la ejecución de un programa de trabajo coordinado de diferentes organizaciones a nivel nacional. La Ley estableció también las prioridades entre los emplazamientos que había que rehabilitar y asignó fondos para la ejecución de las obras de rehabilitación. La Ley reconoció la necesidad de hacer participar a las diferentes partes interesadas en el proceso global de rehabilitación. La ejecución de las actividades de rehabilitación se describe en detalle en las referencias [I-6, I-14].

I-51. En los cuadros I-2 y I-3 se presentan los resultados de un análisis del estudio de caso en que se examinó el grado de cumplimiento de los requisitos para la finalización de una emergencia nuclear o radiológica establecidos en la sección 3 de esta Guía de Seguridad. Estos cuadros reflejan la situación existente al 16 de diciembre de 2011 (véase la figura I-3), que es la fecha en que, según el análisis retrospectivo, se cumplieron las condiciones para la finalización.

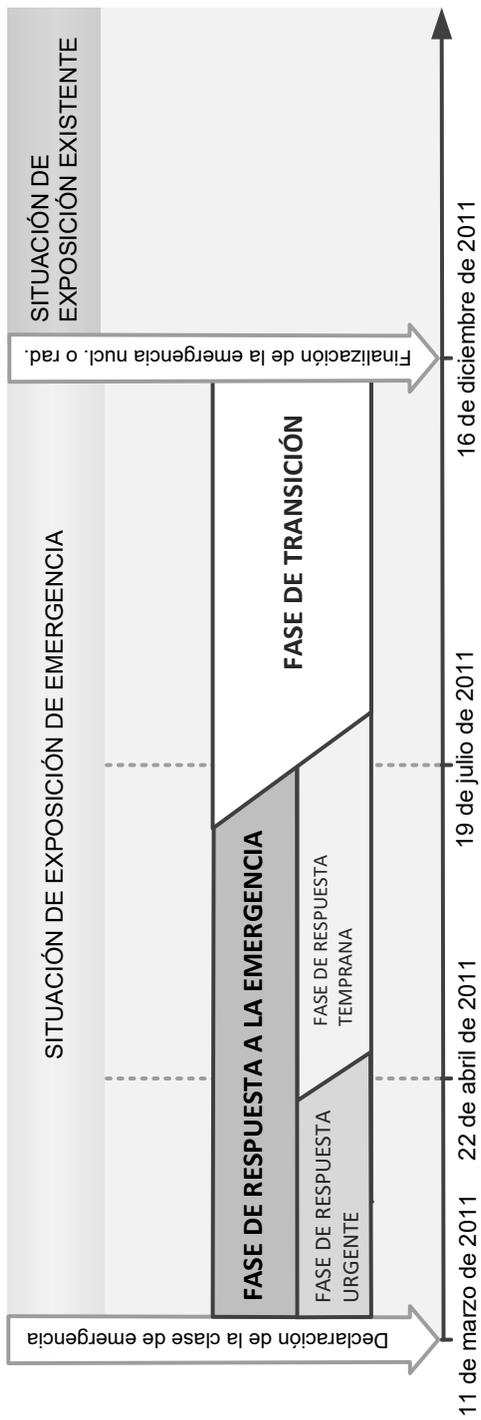


Fig. I-3. Determinación retrospectiva de la secuencia y los hitos del accidente de Fukushima Daiichi.

CUADRO I-2. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DE FUKUSHIMA DAIICHI

Requisito general	Situación con respecto al requisito
¿Se habían aplicado las medidas protectoras urgentes y tempranas necesarias?	La mayoría de las medidas de protección del público estaban decididas y aplicadas al mes de julio de 2011. Estas medidas habían incluido la monitorización de los alimentos y la restricción del consumo de algunos de ellos, así como controles del acceso a las zonas evacuadas. Sin embargo, en noviembre de 2011, se habían encontrado algunos otros lugares con puntos de actividad alta y se había procedido a la reubicación de la población.
¿Se había restablecido una situación de exposición estable y se tenía un buen conocimiento de ella?	No se prevían nuevas emisiones importantes de materiales radiactivos al medio ambiente; una extensa monitorización había dado a las autoridades una idea clara de la situación de exposición.
¿Se había caracterizado debidamente la situación radiológica y estaban determinadas las vías de exposición y evaluadas las dosis para toda la población afectada?	Una monitorización intensiva había permitido identificar a la mayoría de las personas y zonas afectadas; las dosis se habían evaluado y vuelto a evaluar regularmente a medida que aumentaba la información sobre la situación.
¿Se había recuperado el control de la fuente de exposición y no cabía esperar nuevas emisiones o exposiciones accidentales importantes a raíz del suceso?	El 16 de diciembre de 2011 se declaró cumplido el objetivo del paso 2 (el control de la emisión de materiales radiactivos y una contención importante de la tasa de radiación).

CUADRO I-2. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DE FUKUSHIMA DAIICHI (cont.)

Requisito general	Situación con respecto al requisito
¿Estaba evaluada la situación del momento y se habían revisado las disposiciones de emergencia ya existentes y establecido otras nuevas?	<p>Después del accidente se realizaron muchos análisis para investigar las circunstancias que habían conducido a él y determinar las mejoras que era necesario aplicar en las disposiciones de emergencia y el control reglamentario del Japón. Para 2012, las enseñanzas extraídas de esos análisis se habían incorporado en las disposiciones respectivas de las diferentes organizaciones y a diferentes niveles. Cuando se declaró cumplido el paso 2, el 16 de diciembre de 2011, se creó en la sede de la TEPCO una nueva organización, el Consejo Gobierno-TEPCO para la Respuesta a Medio y Largo Plazo. El 21 de diciembre de 2011, el Consejo publicó la Hoja de ruta a medio y largo plazo para la clausura de las Unidades 1 a 4 de la central nuclear de Fukushima Daiichi.</p> <p>La CSN había establecido un grupo de trabajo para examinar la guía reglamentaria sobre la preparación para casos de emergencia en instalaciones nucleares en julio de 2011 y presentó el informe provisional sobre su revisión en marzo de 2012. Este documento sirvió luego de base a la Autoridad de Reglamentación Nuclear recién establecida para elaborar las nuevas directrices reglamentarias que se publicaron en octubre de 2012. El 7 de noviembre de 2012, la Autoridad de Reglamentación Nuclear designó la central nuclear de Fukushima Daiichi como ‘instalación nuclear especificada’, expresión que denota las instalaciones en que ha ocurrido un accidente nuclear y en que rigen normas especiales acordadas con el estado del equipo [I-14].</p>

CUADRO I-2. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DE FUKUSHIMA DAIICHI (cont.)

Requisito general	Situación con respecto al requisito
<p>¿Se cumplían los requisitos para la exposición ocupacional en una situación de exposición planificada respecto de todos los trabajadores participantes en las actividades de recuperación?</p>	<p>Todas las tareas de recuperación fuera de emplazamiento (por ejemplo, la labor de descontaminación) se habían realizado velando por que los trabajadores no superaran los límites de dosis nacionales para las situaciones de exposición planificada. Sin embargo, aún había que aplicar los límites de dosis más altos (correspondientes a la labor de emergencia) para poder terminar algunos trabajos en el emplazamiento. El criterio de dosis más alto para los trabajadores de emergencias, de 250 mSv, había comenzado a retirarse gradualmente el 1 de noviembre de 2011. Desde esa fecha, este límite no se aplicaba a los nuevos trabajadores de emergencia contratados, y del 16 de diciembre de 2011 en adelante se dejó de aplicar también para la mayoría de los otros trabajadores de emergencias. No obstante, había que seguir aplicando el criterio más alto para un grupo de unos 50 empleados de la TEPCO que habían recibido dosis acumuladas superiores a 100 mSv pero que tenían los conocimientos especializados y la experiencia necesarios para terminar algunas de las actividades del emplazamiento. El 30 de abril de 2012, se anunció que el criterio de dosis aumentado, de 250 mSv, se había retirado también para este grupo de trabajadores de emergencias del emplazamiento.</p>
<p>¿Se había evaluado la situación radiológica con respecto a los niveles de referencia, los criterios genéricos y los criterios operacionales, según correspondiera?</p>	<p>La situación radiológica se había evaluado continuamente para tener en cuenta toda nueva información que fuera llegando. Para este propósito se había utilizado en general un criterio de 20 mSv como dosis efectiva proyectada anual. Sin embargo, a partir del final de mayo de 2011, se habían aplicado las tasas de dosis correspondientes al criterio a largo plazo seleccionado - una dosis efectiva adicional de 1 mSv por año - para determinar la necesidad de descontaminación en las escuelas y sus alrededores.</p>

CUADRO I-2. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DE FUKUSHIMA DAIICHI (cont.)

Requisito general	Situación con respecto al requisito
<p>¿Se habían determinado y tenido en cuenta las consecuencias no radiológicas (p. ej., psicosociales o económicas) y otros factores (como la tecnología, las opciones de uso de la tierra, la disponibilidad de recursos y la resiliencia de la comunidad)?</p>	<p>En los arreglos aplicados durante la fase de transición y en las estrategias o políticas elaboradas se había tenido en cuenta la necesidad de reanudar las actividades sociales y económicas normales, mitigar los efectos económicos y restablecer los servicios públicos. Se habían realizado trabajos de rehabilitación y celebrado diálogos con las comunidades locales, y se habían creado centros de apoyo para ayudar a los que regresaran a las zonas afectadas. También se había planificado y puesto en práctica un plan de cribado a largo plazo para detectar las consecuencias psicológicas y psicosociales entre la población afectada.</p>
<p>¿Se había establecido el registro de las personas que necesitaban un seguimiento médico antes de dar por finalizada la emergencia?</p>	<p>Las actividades destinadas a identificar a esas personas y realizar los estudios correspondientes habían comenzado en mayo de 2011.</p>
<p>¿Se había elaborado la estrategia para la gestión de los desechos radiactivos generados por la emergencia en el momento apropiado?</p>	<p>La primera política sobre la gestión de desechos radiactivos se había publicado en junio de 2011. La Ley de Medidas Especiales sobre el Manejo de la Contaminación Ambiental se había aprobado en agosto de 2011 y entró en vigor el 1 de enero de 2012. La Ley definía las responsabilidades relativas a la monitorización, la descontaminación y la gestión de los desechos, así como a la asignación de recursos financieros. De agosto de 2011 al 1 de enero de 2012, una política provisional había permitido iniciar los trabajos de rehabilitación y servido de guía para las operaciones de gestión de desechos.</p>

CUADRO I-2. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DE FUKUSHIMA DAIICHI (cont.)

Requisito general	Situación con respecto al requisito
¿Se había consultado con las partes interesadas?	<p>El 17 de mayo de 2011, el Ministerio de Economía, Comercio e Industria había publicado la Hoja de ruta para la prestación de asistencia inmediata a los afectados por el accidente nuclear. La hoja de ruta tenía por finalidad facilitar la comunicación y los preparativos para la transición a las operaciones de recuperación a largo plazo y la reanudación de la actividad social y económica normal. También asignaba responsabilidades y especificaba otros aspectos organizativos del proceso de transición, y los objetivos y condiciones para la finalización de la fase de respuesta a la emergencia. Esta hoja de ruta se había revisado en julio de 2011, y hasta diciembre de 2011 se habían publicado actualizaciones mensuales de los progresos realizados en la aplicación de la política. Por ejemplo, había habido consultas entre las administraciones locales y el Gobierno nacional sobre las zonas preparadas para la evacuación antes de la retirada de la designación de esas zonas como tales el 30 de septiembre de 2011.</p>

CUADRO I-3. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN EXISTENTE: ESTUDIO DE CASO DE FUKUSHIMA DAIICHI

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
<p>¿Se habían adoptado medidas justificadas y optimizadas para cumplir los criterios de dosis genéricos que permitirían la transición a una situación de exposición existente y para lograr que las dosis residuales evaluadas se aproximaran al extremo inferior del nivel de referencia para una situación de exposición de emergencia?</p>	<p>Estaban en curso medidas de rehabilitación para alcanzar el criterio de una dosis efectiva proyectada de 20 mSv por año dentro de las zonas afectadas. Las políticas pertinentes habían especificado también una meta a largo plazo correspondiente a una exposición adicional de 1 mSv por año.</p>
<p>¿Se habían delimitado las zonas que no estarían abiertas al uso restringido por la población?</p>	<p>La delimitación inicial de las zonas se había llevado a cabo en marzo y abril de 2011, cuando se estaban aplicando las medidas protectoras urgentes y tempranas. El 22 de abril de 2011, se había aclarado y anunciado el estatuto de estas restricciones, y hasta noviembre de 2011 se habían identificado nuevas zonas con puntos de actividad alta para las que se había recomendado la reubicación de la población. Al 26 de diciembre de 2011, se habían formulado políticas e instrucciones claras para cada zona de acceso restringido.</p>
<p>¿Había arreglos administrativos y de otra índole para vigilar el cumplimiento de las restricciones en estas zonas delimitadas?</p>	<p>El 28 de marzo de 2011 se había tomado la decisión de prohibir el acceso a las zonas evacuadas, y los evacuados habían sido informados de ello el 30 de marzo de 2011. El 22 de abril de 2011 se había anunciado que la zona de 20 km en torno a la central nuclear sería una zona de acceso restringido y se habían definido las condiciones para el acceso temporal a esa zona. El 9 de mayo de 2011, la CSN había proporcionado asesoramiento sobre la aplicación del acceso temporal. Tras la coordinación de las administraciones locales pertinentes, la prefectura de Fukushima y otras, se había autorizado el acceso consecutivo, con instrucciones específicas y monitorización de la contaminación.</p>

CUADRO I-3. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN EXISTENTE: ESTUDIO DE CASO DE FUKUSHIMA DAIICHI (cont.)

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
<p>¿Se había elaborado una estrategia para la restauración de la infraestructura, los lugares de trabajo y los servicios públicos necesarios para una vida normal en las zonas afectadas (como el transporte público, las tiendas y mercados, las escuelas, las guarderías infantiles, los centros de atención de salud, y los servicios de policía y bomberos)?</p>	<p>En las disposiciones aplicadas durante la fase de transición y en las estrategias o políticas elaboradas se había tenido en cuenta la necesidad de reanudar las actividades sociales y económicas normales, mitigar los efectos económicos y restablecer los servicios públicos. Se habían realizado trabajos de rehabilitación y celebrado diálogos con las comunidades locales, y se habían creados centros de apoyo para ayudar a los que regresarán a las zonas afectadas.</p>
<p>¿Existían mecanismos y medios para la comunicación y consulta continuas con todas las partes interesadas, incluidas las comunidades locales?</p>	<p>Las medidas de protección radiológica aplicadas en las distintas zonas habían sido diferentes, y había habido que proporcionar a las personas afectadas información más detallada sobre la seguridad radiológica y las cuestiones referentes a la vida diaria después del accidente. Uno de los problemas para difundir esta información había sido que muchas zonas no tenían ni televisión ni Internet. El CGREN había publicado un boletín, que se había distribuido en todos los lugares en que había personas evacuadas; a partir de abril de 2011, esta información se había transmitido también periódicamente por las emisoras de radio locales. Los municipios locales habían recibido las instrucciones del Director General del CGREN, los comunicados de prensa del MEXT sobre los datos de la monitorización y los materiales sobre las medidas de apoyo para las empresas locales, según sus necesidades. Esa información se había comunicado también a los medios de difusión locales mediante conferencias de prensa.</p>

CUADRO I-3. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN EXISTENTE: ESTUDIO DE CASO DE FUKUSHIMA DAIICHI (cont.)

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
<p>¿Se había realizado algún cambio o traspaso de autoridad y responsabilidades de la organización de respuesta a la emergencia a las entidades responsables de las operaciones de recuperación a largo plazo?</p>	<p>Las políticas adoptadas para la gestión de las diferentes zonas indicaban las condiciones en que las autoridades locales gestionarían la situación. Por ejemplo, de conformidad con la Ley de Medidas Especiales sobre el Manejo de la Contaminación Ambiental, las zonas contaminadas se dividieron en dos categorías, según la dosis efectiva anual adicional estimada en el otoño de 2011: la "zona especial de descontaminación" y la "zona de estudio intensivo de la contaminación". Dentro de la zona especial de descontaminación, que cubre parte de las antiguas zonas de acceso restringido, el Gobierno nacional tiene la responsabilidad de formular y ejecutar los planes de rehabilitación. La zona de estudio intensivo de la contaminación incluye los municipios en que las dosis de radiación adicionales en el primer año se estimaron en valores situados entre 1 mSv y 20 mSv. Los municipios realizan estudios de monitorización para determinar las zonas que requieren la aplicación de planes de descontaminación y realizan actividades de rehabilitación en esos lugares; el Gobierno nacional facilita esa rehabilitación con apoyo financiero y técnico.</p>
<p>¿Estaban las autoridades y organizaciones pertinentes en conocimiento de los datos y la información reunidos durante la emergencia que pudieran ser de interés para la planificación a largo plazo?</p>	<p>En agosto de 2011, el MEXT había puesto en marcha un portal sobre la monitorización radiológica que contenía información acerca de la monitorización que estaban realizando otros ministerios y organismos de conformidad con sus propios objetivos administrativos. Para recopilar los datos de la monitorización y facilitar su uso, el Organismo de Energía Atómica del Japón había creado una base de datos que vinculaba los datos con la información geográfica correspondiente. La respuesta a este accidente ofreció varios ejemplos que ilustran las ventajas de la participación de las poblaciones afectadas en las actividades de recuperación, desde la consulta y el diálogo hasta la participación en las medidas de rehabilitación (las llamadas medidas de autoayuda). En enero de 2012 se inauguró en la ciudad de Fukushima un centro de información denominado Plaza de Información sobre la Descontaminación, como proyecto conjunto de la prefectura de Fukushima y el Ministerio de Medio Ambiente.</p>

CUADRO I-3. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN EXISTENTE: ESTUDIO DE CASO DE FUKUSHIMA DAIICHI (cont.)

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
¿Existía una estrategia de monitorización a largo plazo para la contaminación residual?	<p>El 13 de junio de 2011 se había anunciado el plan para la monitorización detallada. Las actividades encaminadas a formular un plan de monitorización completo habían continuado en agosto de 2011. El plan fue revisado posteriormente en abril de 2012.</p>
¿Existía un programa de seguimiento médico a largo plazo para las personas inscritas en el registro?	<p>En junio de 2011 se había iniciado la primera etapa de un programa de cribado y monitorización, que incluía programas para la detección temprana de los cánceres causados por la radiación y de los efectos en la salud mental y el modo de vida.</p>

CUADRO I-3. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN EXISTENTE: ESTUDIO DE CASO DE FUKUSHIMA DAIICHI (cont.)

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
<p>¿Existía una estrategia para prestar apoyo psicosocial y de salud mental a la población afectada y para la consulta sobre las consecuencias sanitarias y psicosociales?</p>	<p>Se habían efectuado reconocimientos médicos completos de los evacuados, y un estudio sobre la salud mental y el modo de vida, realizado en el marco del Estudio sobre la Gestión Sanitaria en Fukushima, había incluido cuestionarios con preguntas sobre el estado fisiológico, los cambios en el modo de vida, las experiencias con el terremoto y el tsunami, y aspectos relacionados con la radiación.</p> <p>Con respecto al público en general, el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar se ha esforzado por desplegar grupos de atención de salud mental. Estos esfuerzos incluyen el acceso a asesoramiento telefónico para las personas que, según el Estudio sobre la Gestión Sanitaria en Fukushima, están en situación de alto riesgo, o para las que indicaron el deseo de hablar sobre sus preocupaciones. Funcionarios de salud pública (p. ej., enfermeras y parteras de distrito) han establecido varias iniciativas locales, que han incluido grupos de discusión y asesoramiento para las mujeres embarazadas y las madres jóvenes [1–14]. Con respecto a los recursos para la atención de salud mental, se han establecido importantes servicios nuevos en Fukushima después del accidente. Por ejemplo, desde el accidente, un grupo de apoyo de salud mental de la Universidad Médica de Fukushima ha prestado asesoramiento telefónico a unos cuatro mil evacuados en peligro de sufrir trastornos psiquiátricos, como estrés posttraumático o depresión, cada año [1–22]. Otro establecimiento, el Centro <i>Kokoro no Care</i> de Fukushima, con alrededor de 50 miembros —psiquiatras, trabajadores sociales, psicólogos clínicos, enfermeras y terapeutas ocupacionales— también comenzó a ofrecer programas de intervención de salud mental en 2012 [1–22].</p>

CUADRO I-3. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN EXISTENTE: ESTUDIO DE CASO DE FUKUSHIMA DAIICHI (cont.)

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
¿Estaba en estudio una estrategia para indemnizar a las víctimas por los daños sufridos a raíz de la emergencia?	<p>En abril de 2011 se había establecido el Comité de Resolución de Controversias relativas a la Indemnización por Daños Nucleares, con el cometido de establecer directrices que definirían el alcance y el importe de la indemnización que competía al explotador (TEPCO). El Comité había publicado sus primeras directrices provisionales el 5 de agosto de 2011. En ellas había aclarado la indemnización relacionada con la evacuación, el establecimiento de zonas de exclusión marina y de zonas de prohibición de vuelos, las restricciones a la expedición de productos agropecuarios, otras órdenes del Gobierno, los perjuicios ‘causados por rumores’, la exposición a la radiación, la descontaminación y otros daños indirectos [I-14].</p> <p>La proclamación, el 5 de agosto de 2011 de la Ley de Medidas de Emergencia relacionadas con el Daño Causado por el Accidente Nuclear de 2011 (Ley Nº 91 de 2011) [I-23] había permitido al Gobierno del Japón comenzar a efectuar pagos de indemnización provisional en nombre de la TEPCO como medida de emergencia. El Gobierno había aplicado también otros medios para que el explotador pudiera cumplir sus obligaciones con respecto a las víctimas del accidente. En septiembre de 2011, de conformidad con la Ley de la Corporación de Facilitación de la Indemnización por Daños Nucleares (Ley Nº 94 de 2011, de 10 de agosto de 2011) [I-24], el Gobierno había establecido la Corporación de Facilitación de la Indemnización por Daños Nucleares (denominada ahora Corporación de Indemnización por Daños Nucleares y Facilitación de la Clausura). La Ley establecía un procedimiento por el cual el explotador responsable podía pedir apoyo financiero a la Corporación en los casos en que el importe efectivo del daño que debiera indemnizarse superara el monto de la garantía financiera prevista en la Ley. Además, en julio de 2012 la Corporación invirtió un billón de yenes en acciones preferentes y pasó a ser el accionista mayoritario de la TEPCO, con algo más del 50 % de los derechos de voto [I-25].</p>

CUADRO I-3. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN EXISTENTE: ESTUDIO DE CASO DE FUKUSHIMA DAIICHI (cont.)

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
<p>¿Existían arreglos administrativos y disposiciones legislativas y reglamentarias, o estaban en curso las enmiendas correspondientes, para la gestión de la situación de exposición existente, incluidas las disposiciones relativas a los recursos financieros, técnicos y humanos necesarios?</p>	<p>El sistema nacional que regía antes de la emergencia no cubría la gestión de una situación de exposición existente de esa envergadura. Por consiguiente, todas las políticas, directrices y leyes necesarias habían tenido que elaborarse después del accidente, a partir de junio de 2011. Los recursos necesarios (expertos, personal, equipo y materiales) se habían movilizado desde todo el Japón, y se había organizado el apoyo logístico (como el transporte y el alojamiento) correspondiente.</p>
<p>¿Seguía siendo necesaria la monitorización individual de los miembros del público en general a los fines de la protección radiológica?</p>	<p>No, solo la de la población afectada.</p>

EL ACCIDENTE RADIOLÓGICO DE GOIÂNIA EN EL BRASIL

I-52. En 1985, un instituto de radioterapia, el Instituto Goiano de Radioterapia de Goiânia (Brasil), se mudó a un nuevo edificio. En este proceso, dejó en los locales antiguos un aparato de teleterapia con ^{137}Cs . La autoridad encargada de la concesión de licencias, la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) del Brasil, no fue notificada de ello, aunque esa notificación era obligatoria según los términos de la licencia del Instituto. Al cabo de un tiempo, los antiguos locales fueron demolidos parcialmente, lo que dejó la fuente radiactiva desprotegida y finalmente condujo al accidente radiológico (descrito en detalle en la ref. [I-26]).

I-53. El 13 de septiembre de 1987, dos personas (W.P. y R.A.) entraron en los locales en busca de materiales de valor y chatarra que pudieran vender. Encontraron el aparato de teleterapia abandonado, lo desmantelaron con herramientas ordinarias y retiraron el cabezal de irradiación rotatorio que contenía el conjunto de la fuente. Con ayuda de una carretilla, transportaron estos objetos a sus casas, a medio kilómetro de distancia del Instituto. Al atardecer, ambos empezaron a tener vómitos.

I-54. El 14 de septiembre de 1987, W.P. presentaba diarrea, mareos y edema en una mano. El 15 de septiembre de 1987 consultó con un médico, que diagnosticó sus síntomas como reacción alérgica a un alimento. Entre tanto, R.A. estaba desmantelando el cabezal de irradiación en el patio trasero de su casa y finalmente extrajo la cápsula de ^{137}Cs de la rueda. Tras perforar la ventana de 1 mm de espesor de la cápsula de la fuente con un desatornillador, consiguió extraer parte del material radiactivo.

I-55. El 18 de septiembre de 1987, los restos del conjunto de la fuente fueron vendidos a una chatarrería. El propietario de esta (D.F.) observó que el material de la fuente emitía un resplandor azul en la oscuridad y llevó la cápsula a su casa. En los días siguientes invitó a varias personas — vecinos, parientes y conocidos — a observar este fenómeno, y distribuyó fragmentos de la fuente, del tamaño de un grano de arroz, entre varias familias. Las visitas continuaron por varios días, al cabo de los cuales varias personas, entre ellas la esposa de D.F., estaban con vómitos y diarrea.

I-56. El 25 de septiembre de 1987, D.F. vendió el blindaje de plomo, que había sido retirado del aparato, y los restos del conjunto de la fuente a otra chatarrería. El 28 de septiembre de 1987, la esposa de D.F. empezó a sospechar que el polvo que emitía el resplandor era la causa de los síntomas que tenía. Recuperó los materiales que se encontraban en la segunda chatarrería y los llevó en una bolsa,

en autobús, a la Vigilância Sanitária, un centro de salud pública de Goiânia. En la mañana del 29 de septiembre de 1987, un físico médico de visita en la Vigilância Sanitária determinó la presencia de radiactividad con un contador de centelleo.

Declaración de la emergencia y medidas protectoras urgentes

I-57. El 29 de septiembre de 1987, el Director del Departamento de Instalaciones Nucleares de la CNEN fue informado del accidente por teléfono. El Director propuso que se reuniera más información sobre la fuente radiactiva, la naturaleza del accidente y el alcance de la contaminación. También llamó al Instituto Goiano de Radioterapia. En Goiânia, las autoridades alertaron a la policía, los bomberos, los servicios de ambulancias y los hospitales. Cuando llegaron los primeros grupos de la CNEN, el 30 de septiembre de 1987, las autoridades locales traspasaron las responsabilidades de gestión a esta Comisión. Los grupos de la CNEN fueron apoyados por brigadas militares estatales de policía y bomberos, y posteriormente por el ejército del Brasil.

I-58. Las disposiciones de emergencia existentes en el momento del accidente estaban concebidas para responder a posibles accidentes nucleares en la Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto o a emergencias radiológicas menores en sectores distintos del de la energía nucleoelectrónica, tales como accidentes de transporte o accidentes con fuentes de radiografía. El accidente de Goiânia no correspondía a ninguna de las dos categorías; por lo tanto, fue necesario establecer arreglos específicos basados en una combinación apropiada de los elementos de los planes existentes.

I-59. En la respuesta a la emergencia se dio prioridad a los aspectos médicos, el aislamiento de la fuente radiactiva y de las zonas contaminadas que se habían detectado, la evaluación de la contaminación ambiental, y el fortalecimiento de los recursos humanos y técnicos.

Aislamiento de la fuente

I-60. Los restos de la fuente que se encontraban en el patio de la Vigilância Sanitária fueron blindados *in situ* el 30 de septiembre de 1987. Con una grúa, se colocó sobre ellos una sección de un tubo de alcantarillado, que se rellenó con hormigón bombeado desde el otro lado del muro del patio. Esta operación concluyó en las primeras horas de la tarde del segundo día. Ello redujo considerablemente las tasas de dosis en la zona circundante y, puesto que la contaminación no era un problema importante en esta zona, la mayor parte del área que había sido acordonada pudo reabrirse a la circulación.

Monitorización y respuesta médica

I-61. Tras la detección del accidente, el Secretario de Salud del estado de Goiás planificó el acondicionamiento del estadio olímpico de la ciudad para recibir y aislar a los pacientes afectados y examinar a las personas que pudieran haber estado expuestas. Se evacuaron las zonas en torno a los lugares contaminados de los que se tenía conocimiento, donde la tasa de dosis superaba los $2,5 \mu\text{Sv}/\text{h}^2$, y se pidió a los residentes que acudieran al estadio para un control de la contaminación. El acceso a esas zonas quedó restringido.

I-62. A medida que avanzaba la monitorización ambiental, se fueron detectando varios otros lugares con una contaminación importante. Los residentes de esos lugares fueron evacuados y enviados al estadio de fútbol local para un reconocimiento médico y el control de la contaminación. Se tomaron muestras de sangre, orina y heces de todos los pacientes, para los bioanálisis.

I-63. En el estadio, las personas con síntomas de sobreexposición a la radiación fueron enviadas al Hospital de Enfermedades Tropicales para el tratamiento médico. Las personas contaminadas tuvieron que quitarse la ropa, ponerla en una bolsa y ducharse. Las que presentaban signos de contaminación interna fueron derivadas a centros de atención médica.

I-64. La propagación de rumores hizo que muchas personas acudieran al estadio solo para tranquilizarse, lo que saturó la limitada capacidad de monitorización de que se disponía en ese momento.

I-65. El 1 de octubre de 1987, seis pacientes, y dos días después, otros cuatro, fueron transportados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Naval Marcilio Dias de Río de Janeiro.

I-66. Los grupos encargados de la monitorización cartografiaron las principales zonas contaminadas e identificaron todos los puntos activos, cerciorándose de que nadie más corriera el riesgo de una exposición grave. Sin embargo, estas medidas no permitieron descartar la posibilidad de que posteriormente se

² Esta primera aproximación se basó en el límite de dosis ocupacional de 5 rem (50 mSv) por año (alrededor de 240 jornadas de trabajo de 8 h/día) recomendado a la sazón, y en la consideración de que el límite de dosis para el público era diez veces más bajo. Este valor fue confirmado posteriormente, porque la subestimación de la tasa de ocupación residencial en comparación con la tasa de ocupación laboral fue compensada por el hecho de que la limpieza duró alrededor de tres meses.

descubrieran otras zonas contaminadas de forma menos grave, pero que también requirieran algún tipo de medidas y control.

Fase de transición

I-67. El 3 de octubre de 1987, la situación estaba bajo control; ya no había riesgos de exposición alta, y la mayoría de los lugares contaminados habían sido identificados y evacuados. Las principales preocupaciones eran el tratamiento de los lesionados, que aún continuaba, la mejora de las condiciones en los lugares contaminados, las operaciones de limpieza y la gestión de los desechos.

I-68. La semana siguiente se dedicó a la preparación de planes y estrategias para la recuperación. Se evaluaron y movilizaron los recursos necesarios (expertos, personal, equipo y materiales), y se organizó el apoyo logístico (transporte, alojamiento, etc.), teniendo en cuenta el aumento previsto de los recursos.

I-69. Se entrevistó a los pacientes hospitalizados y a los habitantes de las residencias contaminadas para investigar sus movimientos y los de los posibles visitantes y determinar si había otras rutas por las que pudiera haberse propagado la contaminación. Se realizaron estudios para confirmar y localizar los puntos de contaminación menor. Antes de proceder a la descontaminación ambiental, se planificaron la ejecución de un estudio completo de espectrometría gamma con vehículos y desde el aire y la organización de un programa de estudio ambiental. Se elaboraron y redactaron diversos procedimientos para el control del acceso a las zonas contaminadas, los criterios de intervención, el control y la garantía de calidad del equipo y el seguimiento médico (la selección para los exámenes citogenéticos y otros análisis de sangre). También se establecieron planes para gestionar las grandes cantidades de desechos que generarían previsiblemente las actividades de limpieza (lo que incluyó la adquisición del equipo, los productos químicos, la maquinaria y el personal (profesional, técnico y de apoyo) necesarios; la selección de un emplazamiento adecuado para la disposición temporal; y la definición de las especificaciones para los contenedores de desechos).

I-70. El criterio de la tasa de dosis de 2,5 $\mu\text{Sv/h}$, aplicado para la evacuación al comienzo de la emergencia, fue revisado teniendo en cuenta el límite de exposición anual para los miembros de la población (5 mSv por año), así como estimaciones más realistas, aunque todavía conservadoras, de las tasas de ocupación y la distribución espacial de la actividad para relacionar la tasa de dosis media con la tasa de dosis máxima. También se aplicó un factor temporal, a fin de incorporar la disminución de la radiactividad debida, por ejemplo, a la limpieza

o la erosión. Se adoptó un criterio revisado de 10 $\mu\text{Sv/h}$ para la evacuación (y el regreso).

Seguimiento médico

I-71. Se adoptaron medidas para proteger al personal médico contra la contaminación y la exposición durante el tratamiento de los pacientes en el hospital. Las dosis recibidas por el personal médico en los tres meses que duró la atención hospitalaria de los pacientes fueron inferiores a 5 mSv.

I-72. Se realizaron estudios de seguimiento, que incluyeron un programa continuo de bioanálisis y monitorización del cuerpo entero, de las personas contaminadas. Para acelerar los procesos de excreción biológica del ^{137}Cs se utilizó azul de Prusia.

Monitorización integral del medio ambiente

I-73. En la labor de monitorización que siguió se tropezó con diversas dificultades para estudiar la zona urbana y la cuenca fluvial. Debido a las intensas lluvias que habían caído entre el 21 y el 28 de septiembre de 1987, la contaminación con cesio se había dispersado de la cápsula perforada al medio ambiente. En lugar de ser eliminados por disolución en la lluvia, como cabía esperar, los materiales radiactivos se habían depositado en los techos y habían pasado a constituir el principal contribuyente a las tasas de dosis de las viviendas.

I-74. Se tomaron y midieron muestras de suelo, vegetación (hojas, ramas y frutos), agua (del río cercano, de los pozos y del suministro público de agua), agua de lluvia y aire.

Operaciones de recuperación después del accidente

I-75. En las operaciones de descontaminación participaron unos 550 trabajadores.

I-76. En 85 viviendas se detectó una contaminación importante. Los artículos muebles (como la ropa o los muebles) se llevaron a una zona cercana no contaminada, para la monitorización. Los artículos no contaminados fueron envueltos en plástico, y los contaminados fueron descontaminados, si era posible, o eliminados como desechos. Una vez sacados todos los objetos de las casas, se limpiaron los espacios interiores y los techos. Siete casas muy contaminadas fueron demolidas, porque no era posible descontaminarlas.

I-77. Se descontaminaron 45 lugares públicos, entre ellos áreas pavimentadas, plazas, tiendas y bares. También se encontró contaminación en unos 50 vehículos.

I-78. En los jardines y huertos, los frutos de los árboles se cortaron y eliminaron como desechos. Tras la medición del perfil edáfico, se retiró también buena parte del suelo de los jardines y patios cercados. El lugar en que se encontró la máxima contaminación fue la casa en que se había desmantelado la cápsula de la fuente. Las tasas de exposición eran muy altas, por lo que fue necesaria una rotación de los trabajadores para mantener la exposición diaria por debajo del criterio de 1,5 mSv.

I-79. Una vez retirados los escombros y el suelo, las zonas descontaminadas se cubrieron con hormigón o suelo limpio.

Gestión y disposición final de los desechos

I-80. Para el 3 de octubre de 1987, estaba claro que se generarían grandes volúmenes de desechos radiactivos. Se elaboraron planes para ejecutar las operaciones de descontaminación y gestionar los desechos.

I-81. La preparación de las operaciones de descontaminación comprendió los siguientes pasos:

- a) la selección de un emplazamiento de disposición final adecuado;
- b) el diseño y la construcción de contenedores de desechos;
- c) la consecución de maquinaria pesada, como excavadoras y cargadores frontales y traseros;
- d) la actualización de los procedimientos operacionales escritos;
- e) el ensayo de diversas técnicas de descontaminación;
- f) la preparación de un calendario de trabajo.

I-82. Había que encontrar un lugar adecuado para la disposición final, y determinar y resolver los problemas relacionados con las condiciones de transporte y de disposición final. Debido a la preocupación pública, no fue posible seleccionar un emplazamiento de disposición final en Goiânia. La decisión sobre el lugar y la planificación y construcción del emplazamiento para el almacenamiento de los desechos llevó más tiempo de lo previsto. El 16 de octubre de 1987 se eligió un lugar situado a 20 km de la ciudad para la disposición temporal, y a mediados de noviembre comenzaron las obras más grandes de descontaminación. Las operaciones de descontaminación continuaron hasta el final de diciembre de 1987. El volumen total de desechos almacenados fue de unos 3500 m³ [I-26].

Conclusiones

I-83. Un análisis retrospectivo permite reconocer las diferentes fases de la gestión del accidente y varios de los principales hitos, y relacionarlos aproximadamente con las distintas fases de una emergencia descritas en la sección 2 de la presente Guía de Seguridad (véase la figura I-4). Sin embargo, debido a la complejidad del accidente y a la inexistencia de planes específicos para hacer frente a una emergencia de ese tipo, la delimitación entre las distintas actividades y fases no estuvo tan clara en esa época.

I-84. La fase de respuesta a la emergencia comenzó el 29 de septiembre de 1987, cuando se determinó que la fuente de ^{137}Cs rota era la causa de los síntomas que presentaban quienes habían estado en contacto con ella, y se dio aviso a la CNEN. En los días siguientes se aplicaron medidas protectoras urgentes y tempranas, como la identificación y atención de las personas gravemente expuestas, la localización y el aislamiento de la fuente, la evacuación y el acordonamiento de las zonas más contaminadas, y el control de la contaminación y la descontaminación de los evacuados. La fase de respuesta a la emergencia, durante la cual se retomó el control de todas las posibles fuentes de contaminación, concluyó alrededor del 3 de octubre de 1987.

I-85. Las dos semanas siguientes, del 3 al 16 de octubre de 1987, pueden considerarse la fase de transición, durante la cual la respuesta se centró principalmente en establecer una estrategia general para la recuperación global. La estrategia incluyó lo siguiente:

- a) la organización de la estructura de gestión para las operaciones de recuperación;
- b) la reevaluación o el establecimiento de los criterios dosimétricos y los criterios operacionales para realizar los trabajos pertinentes;
- c) la determinación y obtención de los recursos necesarios;
- d) la cartografía de la distribución geográfica de la contaminación;
- e) la elaboración y redacción de procedimientos para el control del acceso, el equipo de garantía y control de la calidad, y la selección de los métodos de cribado para la detección de problemas de salud (exámenes citogenéticos y otros análisis de sangre);
- f) la elección de un lugar adecuado para la disposición final de los desechos;
- g) la definición de las especificaciones de los contenedores de desechos;
- h) el establecimiento de una red de monitorización ambiental;
- i) la elaboración de una estrategia de comunicación pública.

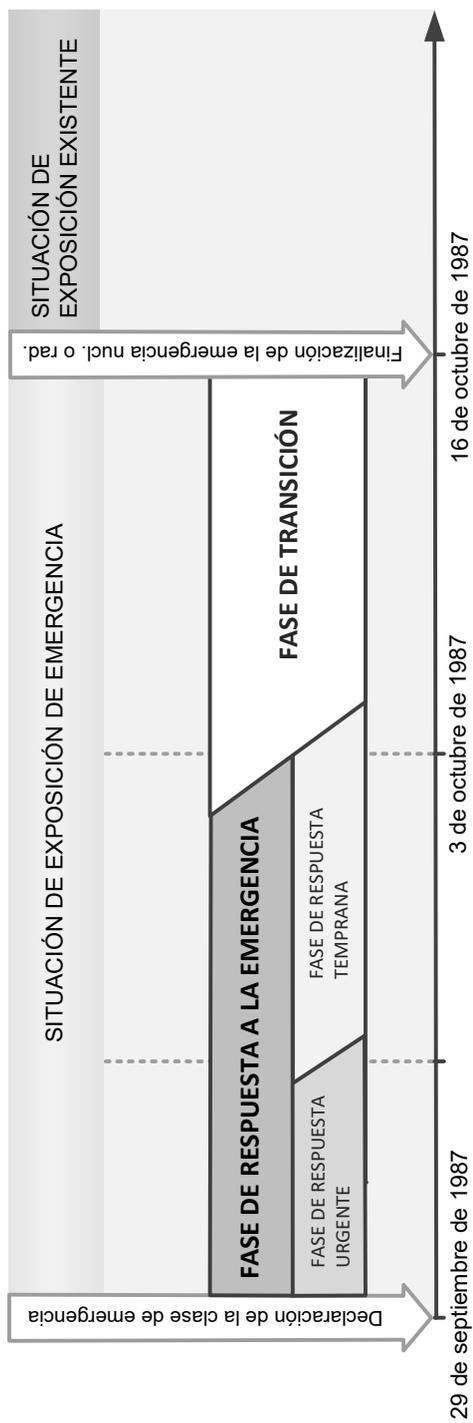


Fig. I-4. Determinación retrospectiva de la secuencia y los hitos en la gestión del accidente de Goiânia.

I-86. Aunque no hubo un punto claro de finalización de la emergencia, el 16 de octubre de 1987 (cuando se tomó la decisión sobre el emplazamiento para la disposición temporal de los desechos) puede considerarse el comienzo de la situación de exposición existente. Las operaciones de descontaminación comenzaron a mediados de noviembre, tras los preparativos necesarios. Desde ese momento hasta el final de diciembre de 1987 se llevó a cabo la descontaminación de los principales lugares en que se había manipulado la fuente y de las áreas restantes. La fase de rehabilitación, destinada a restablecer las condiciones de vida normales, continuó hasta marzo de 1988.

I-87. En los cuadros I-4 y I-5 se presentan los resultados de un análisis del estudio de caso en que se examinó el grado de cumplimiento de los requisitos para la finalización de una emergencia nuclear o radiológica establecidos en la sección 3 de esta Guía de Seguridad. Estos cuadros reflejan la situación existente al 16 de octubre de 1987 (véase la figura I-4), que es la fecha en que, según el análisis retrospectivo, se cumplieron las condiciones para la finalización.

EL INCIDENTE NUCLEAR DE LA CENTRAL NUCLEAR DE PAKS EN HUNGRÍA

I-88. La central nuclear de Paks en Hungría comprende cuatro reactores de potencia refrigerados y moderados por agua, de 440 MWe, que suministran alrededor del 40 % de la electricidad consumida en el país. La explotación comercial de las Unidades 1 a 4 comenzó entre 1983 y 1987.

I-89. El 10 de abril de 2003 ocurrió un incidente en el curso de las operaciones de limpieza de unos conjuntos combustibles durante una parada de mantenimiento programada de la Unidad 2. Treinta conjuntos combustibles habían sido retirados del reactor de la Unidad 2 y se encontraban en un tanque de limpieza a unos 10 m de profundidad bajo agua, en un pozo adyacente a la piscina del combustible. Las superficies externas de los conjuntos combustibles se estaban sometiendo a un proceso de limpieza química diseñado especialmente para eliminar las deposiciones de magnetita de las vainas de los conjuntos combustibles [I-27 a I-30].

I-90. A las 21.53 horas³ del 10 de abril de 2003, los trabajadores detectaron un aumento de la actividad del ⁸⁵Kr en un sistema de medición instalado en el circuito de limpieza. Aproximadamente al mismo tiempo, los instrumentos que

³ Todos los tiempos están dados en la hora local (UTC +02).

CUADRO I-4. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DE GOIÂNIA

Requisito general	Situación con respecto al requisito
¿Se habían aplicado las medidas protectoras urgentes y tempranas necesarias?	Las personas afectadas estaban identificadas y habían sido atendidas. Las zonas contaminadas estaban delimitadas. Los residentes habían sido evacuados y había controles del acceso. La fuente radiactiva estaba localizada y se había aislado.
¿Se había restablecido una situación de exposición estable y se tenía un buen conocimiento de ella?	La fuente radiactiva estaba aislada. No cabía prever ninguna nueva dispersión importante de la contaminación. Se conocían la historia del accidente, las personas afectadas y las partes responsables.
¿Se había caracterizado debidamente la situación radiológica y estaban determinadas las vías de exposición y evaluadas las dosis para toda la población afectada?	Se había llevado a cabo una monitorización. Las personas afectadas y las zonas contaminadas estaban identificadas, y se habían evaluado las dosis. Los criterios de intervención iniciales se habían revisado, utilizando parámetros más realistas y específicos del lugar con respecto a los hábitos de las personas afectadas.
¿Se había recuperado el control de la fuente de exposición y no cabía esperar nuevas emisiones o exposiciones accidentales importantes a raíz del suceso?	La fuente radiactiva estaba localizada y bajo control. Los residentes habían sido evacuados de las zonas contaminadas, y había controles del acceso a esas zonas para prevenir nuevos casos de exposición importante.

CUADRO I-4. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DE GOIÂNIA (cont.)

Requisito general	Situación con respecto al requisito
¿Estaba evaluada la situación del momento y se habían revisado las disposiciones de emergencia ya existentes y establecido otras nuevas?	En el informe del OIEA sobre el accidente se señala que “la preparación para responder a una emergencia radiológica debería abarcar no solo los accidentes nucleares sino toda la gama de accidentes radiológicos posibles” [I-26]. Antes del accidente, el Brasil no había incluido la posibilidad de emergencias radiológicas en sus disposiciones de emergencia. Los cambios en las disposiciones nacionales que siguieron al accidente tuvieron lugar después del período abarcado en las referencias consultadas.
¿Se cumplían los requisitos para la exposición ocupacional en una situación de exposición planificada respecto de todos los trabajadores participantes en las actividades de recuperación?	El criterio de dosis efectiva diaria para los trabajadores se había fijado en 1,5 mSv. También se habían utilizado criterios para períodos de trabajo más largos (5 mSv por semana, 15 mSv por mes y 30 mSv por trimestre). Estos límites eran compatibles con el límite de dosis efectiva anual de 50 mSv vigente a la sazón.
¿Se había evaluado la situación radiológica con respecto a los niveles de referencia, los criterios genéticos y los criterios operacionales, según correspondiera?	Se había establecido un nivel de dosis efectiva máxima de 5 mSv, que se había empleado como referencia para la exposición del público; los criterios operacionales para la evacuación y las medidas de rehabilitación se habían definido en consecuencia.
¿Se habían determinado y tenido en cuenta las consecuencias no radiológicas (p. ej., psicosociales o económicas) y otros factores (como la tecnología, las opciones de uso de la tierra, la disponibilidad de recursos y la resiliencia de la comunidad)?	No está claro si estos aspectos se habían examinado detenidamente, o en qué medida, ni hasta qué punto era necesario ese examen, dada la naturaleza de la emergencia. Sin embargo, se observó que algunos habitantes de Goiânia habían sido objeto de discriminación, incluso por sus propios parientes. Las ventas de los principales productos económicos del estado de Goiás (ganado vacuno, cereales y otros productos agrícolas, así como telas y productos de algodón) disminuyeron en una cuarta parte en el período posterior al accidente.

CUADRO I-4. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DE GOIÂNIA (cont.)

Requisito general	Situación con respecto al requisito
¿Se había establecido el registro de las personas que necesitaban un seguimiento médico antes de dar por finalizada la emergencia?	Las personas afectadas habían sido identificadas y estaban recibiendo la atención médica necesaria.
¿Se había elaborado la estrategia para la gestión de los desechos radiactivos generados por la emergencia en el momento apropiado?	Antes del 16 de octubre de 1987 se habían realizado diversas actividades destinadas a seleccionar un lugar para la disposición final de los desechos y definir las especificaciones de los contenedores de desechos.
¿Se había consultado con las partes interesadas?	No está claro si se había consultado con las partes interesadas antes del 16 de octubre de 1987, o en qué medida. Sin embargo, en ese momento estaba en estudio una estrategia de comunicación.

CUADRO I-5. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN EXISTENTE: ESTUDIO DE CASO DE GOIÂNIA

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
<p>¿Se habían adoptado medidas justificadas y optimizadas para cumplir los criterios de dosis genéricos que permitirían la transición a una situación de exposición existente y para lograr que las dosis residuales evaluadas se aproximaran al extremo inferior del nivel de referencia para una situación de exposición de emergencia?</p>	<p>Los criterios dosimétricos y operacionales se habían elaborado durante el accidente, sobre la base de los límites de dosis para las operaciones planificadas. Por consiguiente, eran más conservadores de lo que podría considerarse adecuado para una exposición de breve duración. Estos valores habían sido los principales determinantes de las medidas de respuesta y de rehabilitación adoptadas, lo que había contribuido a la saturación de la limitada capacidad de monitorización y respuesta médica disponible. En la decisión sobre los criterios había influido la presión de la opinión pública.</p>
<p>¿Se habían delimitado las zonas que no estarían abiertas al uso irrestricto por la población?</p>	<p>Al 16 de octubre de 1987 se conocían las zonas evacuadas a las que se había restringido el acceso.</p>
<p>¿Había arreglos administrativos y de otro índole para vigilar el cumplimiento de las restricciones en estas zonas delimitadas?</p>	<p>El acceso a estas zonas restringidas estaba controlado.</p>

CUADRO I-5. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN EXISTENTE: ESTUDIO DE CASO DE GOIÂNIA (cont.)

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
<p>¿Se había elaborado una estrategia para la restauración de la infraestructura, los lugares de trabajo y los servicios públicos necesarios para una vida normal en las zonas afectadas (como el transporte público, las tiendas y mercados, las escuelas, las guarderías infantiles, los centros de atención de salud, y los servicios de policía y bomberos)?</p>	<p>No se encontró información a este respecto, como era de prever en vista de la limitada superficie y el limitado número de personas afectadas por el accidente.</p>
<p>¿Existían mecanismos y medios para la comunicación y consulta continuas con todas las partes interesadas, incluidas las comunidades locales?</p>	<p>Para restablecer la confianza pública y mejorar la credibilidad, se había alentado a los trabajadores encargados de la descontaminación a que explicaran a las personas qué estaban haciendo y por qué, y a que aceptaran el agua y los alimentos que les ofrecieran esas personas. Estos trabajadores habían aparecido también repetidas veces en la televisión, y habían proporcionado información empleando un lenguaje sencillo y analogías con aplicaciones comunes de la radiación, como el uso médico de los rayos X. Se habían celebrado varios diálogos con diferentes sectores de la población, grupos comunitarios y periodistas. Se habían distribuido unos 250.000 ejemplares de un folleto con explicaciones sobre la radiactividad y la radiación. Un servicio telefónico activo las 24 horas del día había respondido a preguntas y recibido información sobre otros posibles lugares o personas contaminados.</p>

CUADRO I-5. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN EXISTENTE: ESTUDIO DE CASO DE GOIÂNIA (cont.)

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
<p>¿Se había realizado algún cambio o traspaso de autoridad y responsabilidades de la organización de respuesta a la emergencia a las entidades responsables de las operaciones de recuperación a largo plazo?</p>	<p>La autoridad había seguido estando en manos de la CNEN, por lo que no había sido necesario ningún traspaso de responsabilidades.</p>
<p>¿Estaban las autoridades y organizaciones pertinentes en conocimiento de los datos y la información reunidos durante la emergencia que pudieran ser de interés para la planificación a largo plazo?</p>	<p>No se aplica, porque la autoridad a cargo seguiría siendo la CNEN.</p>
<p>¿Existía una estrategia de monitorización a largo plazo para la contaminación residual?</p>	<p>Al 16 de octubre de 1987 se había examinado la posibilidad de elaborar una estrategia de monitorización de la contaminación residual. El programa general de monitorización ambiental continuó en 1988. La monitorización de los sitios descontaminados se mantuvo sin interrupción hasta 1996.</p>
<p>¿Existía un programa de seguimiento médico a largo plazo para las personas inscritas en el registro?</p>	<p>Se habían realizado estudios de seguimiento, incluido un programa continuo de bioanálisis y monitorización del cuerpo entero, de las personas contaminadas. Estos estudios continuaron hasta el comienzo de 1988.</p>

CUADRO I-5. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN EXISTENTE: ESTUDIO DE CASO DE GOIÂNIA (cont.)

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
<p>¿Existía una estrategia para prestar apoyo psicosocial y de salud mental a la población afectada y para la consulta sobre las consecuencias sanitarias y psicosociales?</p>	<p>Se había prestado cierta atención a la posibilidad de ofrecer una terapia de apoyo psicológico a las personas expuestas, pero se había reconocido que para ello sería necesario mejorar y ampliar el sistema de apoyo social y psicológico.</p>
<p>¿Estaba en estudio una estrategia para indemnizar a las víctimas por los daños sufridos a raíz de la emergencia?</p>	<p>No se encontró información al respecto.</p>
<p>¿Existían arreglos administrativos y disposiciones legislativas y reglamentarias, o estaban en curso las enmiendas correspondientes, para la gestión de la situación de exposición existente, incluidas las disposiciones relativas a los recursos financieros, técnicos y humanos necesarios?</p>	<p>Se habían evaluado y movlizado los recursos necesarios (expertos, personal, equipo y materiales) y se había organizado el apoyo logístico (como el transporte y el alojamiento) correspondiente.</p>
<p>¿Seguía siendo necesaria la monitorización individual de los miembros del público en general a los fines de la protección radiológica?</p>	<p>Con excepción de las personas afectadas inscritas en el registro, no era necesario seguir monitorizando individualmente a los miembros del público en general.</p>

medían las concentraciones de la actividad de los gases nobles en la sala del reactor indicaron que se había alcanzado el ‘nivel de emergencia’. El cronograma de los diferentes sucesos del incidente se presenta en la figura I-5 [I-30].

Adopción de medidas de respuesta y activación de la organización de respuesta a emergencias del emplazamiento

I-91. Cuando los instrumentos de medición de los gases nobles de la sala del reactor indicaron que se había alcanzado el nivel de emergencia, el supervisor de turno en la central ordenó la evacuación de los trabajadores que se encontraban en la zona. En un primer momento, se sospechó que uno de los conjuntos combustibles tenía una fuga causada por la operación de limpieza. Sin embargo, algunos días más tarde una inspección por videocámara indicó que la mayor parte del combustible estaba gravemente dañado. Alrededor de un 16 % o un 17 % del material combustible se encontraba en el fondo del tanque de limpieza, en forma de restos de combustible. La figura I-6 ilustra la magnitud del daño y la ubicación de los restos de combustible.

I-92. El incidente fue de poca importancia en cuanto a los efectos en la salud de las personas. Hubo un cierto aumento de la emisión de gases nobles radiactivos al medio ambiente, con respecto a la situación operacional normal. Sin embargo, la tasa de emisión mostró inicialmente una tendencia decreciente y no se aproximó

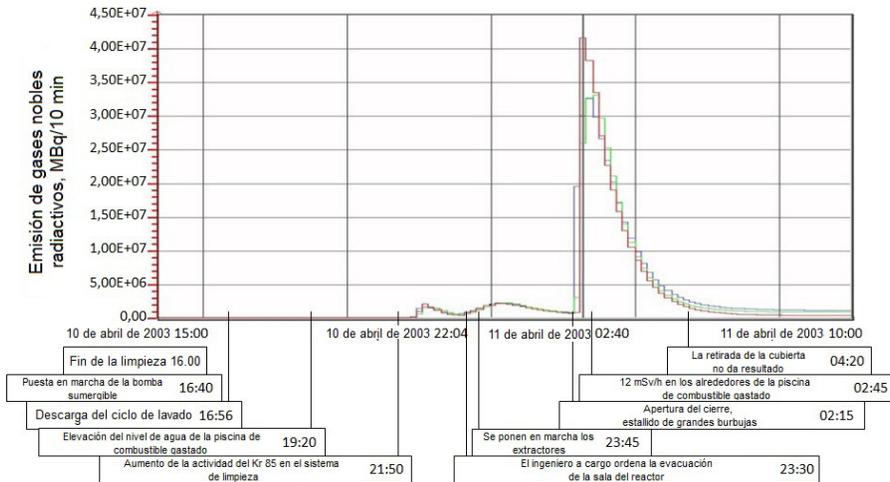


Fig. I-5. Cronograma de los sucesos del incidente (cortesía de la Autoridad de Energía Atómica de Hungría y la central nuclear de Paks).

a los límites de descarga. El supervisor de turno (la autoridad máxima de la Organización de Respuesta a Emergencias del Emplazamiento (OREE)) evaluó los sucesos ateniéndose al plan de respuesta a emergencias en el emplazamiento y decidió que no era necesario activar una respuesta de emergencia inmediata ni alertar a la OREE.

I-93. A las 2.15 horas del 11 de abril de 2003 la situación se deterioró. Aun así, en las condiciones reinantes y con la información de que se disponía, el suceso no cumplía los criterios para ser tratado como un accidente, según la versión del plan de respuesta a emergencias en el emplazamiento vigente en ese momento.

I-94. La tasa de emisión de gases nobles no llegaba al umbral especificado en el plan de respuesta a emergencias en el emplazamiento para clasificar el suceso como accidente. Los valores indicados por los monitores de detección de yodo radiactivo estaban distorsionados y elevados por la emisión de gases nobles, lo que hacía difícil interpretar los resultados. La evaluación de muestras y la realización de análisis de laboratorio proporcionarían información más exacta sobre la emisión de yodo. Estas mediciones se efectuaron hacia las 7.45 horas del 11 de abril de 2003. Con esos datos más exactos sobre la magnitud y la forma de la emisión, se revaluó la situación sobre la base del plan de respuesta a emergencias

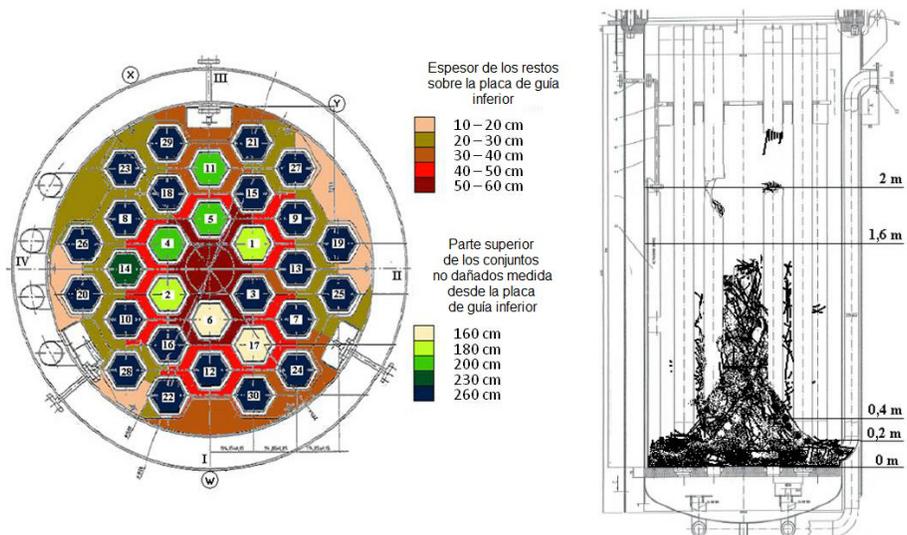


Fig. I-6. Magnitud del daño y ubicación de los restos de combustible (cortesía de la Autoridad de Energía Atómica de Hungría y la central nuclear de Paks).

en el emplazamiento. Esta reevaluación confirmó que el suceso no constituía un accidente. De todos modos, a las 12.40 horas del 11 de abril de 2003, el supervisor de turno decidió activar parcialmente la OREE, para contar con un control y una evaluación constantes de la situación. La OREE constaba de un grupo encargado del control, una organización a cargo de la comunicación y un grupo que debía evaluar la situación radiológica. Esta organización funcionó de conformidad con los procedimientos pertinentes hasta las 16.00 horas del 13 de abril de 2003, cuando se dio por terminada su intervención.

I-95. A las 22.30 horas del 16 de abril de 2003, tras haber retirado la cubierta del tanque y realizado la inspección visual de los conjuntos combustibles que se encontraban en su interior, se reactivó plenamente la OREE, que siguió en funcionamiento hasta las 9.00 horas del 20 de abril de 2003. En general, la evaluación de la situación y el funcionamiento de la OREE cumplieron con el requisito de proporcionar información a las organizaciones locales externas al emplazamiento y apoyarlas en sus decisiones. La OREE operó en modo de respuesta parcial (con el grupo directivo, el grupo de evaluación radiológica, el grupo de apoyo al personal y el grupo de apoyo técnico) en el centro de respuesta a emergencias y evaluó continuamente la situación, manteniendo el contacto con las autoridades y la preparación para su activación plena si se deterioraba la situación.

I-96. El explotador tenía acceso en línea a una red de nueve monitores de la tasa de dosis gamma ambiental en funcionamiento continuo alrededor de la central nuclear de Paks. Las autoridades externas al emplazamiento también tenían acceso a los resultados de estos instrumentos. Los monitores tenían un nivel de alerta (500 nSv/h) basado en la tasa de dosis media por período de 10 min. Ese nivel promedio por período de 10 min no se superó durante el incidente, pero la tasa de dosis de uno de los monitores aumentó considerablemente durante el punto más alto de la emisión inicial. El personal de operación del emplazamiento no observó este cambio en su momento, cuando habría proporcionado información adicional sobre la naturaleza de la emisión. Los operadores de la central nuclear de Paks señalaron que estaba teniendo que vérselas con mucha otra información, lo que contribuyó a que no entendieran el alcance de la situación en ese momento [I-27]. Además, no existía ningún plan específico para hacer frente a ese tipo de emisiones.

Operaciones de recuperación

I-97. El enfriamiento continuo del tanque de limpieza se logró con un sistema de refrigeración auxiliar que se instaló el 17 de abril de 2003. Además, se

mantuvo una monitorización ininterrumpida del tanque de limpieza y de la zona a su alrededor. Tres días más tarde, se construyó un ‘invernadero’ de plástico sobre la piscina que contenía el tanque de limpieza, y el espacio aéreo dentro del invernadero fue sometido a un análisis y una purificación constantes. Del 12 al 20 de abril de 2003 operaron en la sala del reactor entre 40 y 80 trabajadores por día. Esos trabajadores llevaban equipo de protección personal, consistente principalmente en ropa protectora, equipo de respiración de aire comprimido y máscaras antigás con filtros para el yodo, según el lugar de la sala en que tuvieran que trabajar. Las horas de trabajo se limitaron de modo que no se superaran los límites de dosis de la explotación normal.

I-98. Se establecieron grupos de profesionales especializados, por ejemplo, en física de los reactores, hidrodinámica y logística técnica, a fin de determinar las opciones más seguras para la recuperación. Su labor fue respaldada por especialistas competentes de las universidades y los institutos de investigación de Hungría y por ingenieros de Alemania. Además, en mayo de 2003 llegaron a Paks representantes del fabricante de combustible ruso. La solución adoptada finalmente para la recuperación consistió en retirar los conjuntos combustibles dañados y adoptar las disposiciones necesarias para su enfriamiento y almacenamiento a largo plazo. En el primer semestre de 2004 se establecieron un sistema de refrigeración autónomo y un sistema de boración de emergencia para la piscina secundaria. Para la recuperación del incidente, la central nuclear de Paks estableció un grupo de trabajo (denominado Proyecto de Recuperación), que se encargó de diseñar, preparar y realizar la retirada del combustible dañado. Este grupo se había encargado anteriormente de la normalización del estado del sistema y de la preparación y la solicitud de la licencia para las operaciones de recuperación [I-30]. La documentación para la solicitud de la licencia se presentó a la Autoridad de Energía Atómica de Hungría en noviembre de 2004. La Autoridad expidió una licencia para las operaciones de recuperación en la piscina secundaria en julio de 2005, basándose en la documentación adjunta a la solicitud. Las licencias para la fabricación de cajas y contenedores destinados a almacenar los conjuntos combustibles dañados y los desechos radiactivos sólidos fueron expedidas en marzo de 2006. La autorización para retirar el combustible dañado se concedió en septiembre de 2006.

I-99. Durante la normalización del estado del sistema, se adoptaron las siguientes medidas principales [I-30]:

- a) la separación de la cavidad de recarga que contenía el tanque de limpieza dañado y de la piscina de combustible gastado con respecto al reactor;

- b) el aumento de la concentración de ácido bórico en la cavidad de recarga a 20 g/kg;
- c) el desarrollo del sistema de boración de seguridad para el tanque de limpieza;
- d) la construcción de un sistema de refrigeración independiente para el tanque de limpieza;
- e) la separación de la cavidad de recarga con respecto a la piscina de combustible gastado;
- f) la instalación de instrumentación redundante de medición de la temperatura, el nivel de refrigerante y los neutrones a fin de dotar a la cavidad de recarga de un sistema de instrumentación y control independiente;
- g) una exploración visual detallada del estado y la geometría de los conjuntos combustibles dañados y del tanque de limpieza.

I-100. Se aplicaron varios criterios para verificar que la exposición ocupacional, los niveles de contaminación en las superficies y las concentraciones de la actividad de los radionucleidos en el aire durante las operaciones de recuperación fueran compatibles con los valores de la explotación normal. El código de protección radiológica de la central enumeraba estos criterios, así como las situaciones en que debía utilizarse equipo de protección personal (p. ej., ropa protectora, equipo de respiración y máscaras antigás), y contenía también información sobre cómo utilizar el equipo.

I-101. Para planificar las medidas de protección radiológica, fue necesario determinar la situación radiológica dentro de la sala del reactor. La actividad de los radionucleidos acumulada en los conjuntos combustibles se calculó teniendo en cuenta el tiempo que los conjuntos habían permanecido en el reactor y algunos otros parámetros que influían en el quemado del combustible. Para validar los cálculos del modelo se realizaron mediciones de la tasa de dosis gamma en varios lugares del interior del tanque de limpieza utilizando un detector de ionización de gases.

Monitorización y evaluación

I-102. Después del incidente, se realizaron varias actividades para monitorizar y evaluar la situación en detalle y confirmar su estabilidad. En el marco de estas actividades se evaluaron también las características de la emisión al medio ambiente.

I-103. Los arreglos a nivel nacional incluyeron el establecimiento del sistema nacional de monitorización y alerta radiológica, integrado por las organizaciones

participantes en el sistema de respuesta a emergencias y otras organizaciones profesionales. El sistema se activaría en caso de emergencia radiológica y mejoraría la disponibilidad de la información necesaria para adoptar decisiones.

I-104. Para mejorar la comprensión y evaluación de la situación radiológica, se puso en marcha un estudio coordinado de monitorización ambiental en que participó el sistema nacional de monitorización y alerta radiológica. Los objetivos de las actividades de monitorización eran reunir información detallada sobre la situación radiológica en las zonas en torno a la central nuclear de Paks y evaluarla para determinar si se requerían medidas protectoras fuera del emplazamiento, y ofrecer información auténtica, fidedigna y oportuna a la población. Además, el Servicio Meteorológico de Hungría elaboró las trayectorias de la probable dispersión y distribución de los materiales radiactivos sobre el territorio de Hungría. Laboratorios móviles de diferentes organizaciones participaron en la medición de las tasas de dosis gamma ambientales, y el sistema de laboratorios fijos proporcionó los resultados de mediciones *in situ* y de muestras de pasto, suelo y agua tomadas en diversos lugares de Hungría. La campaña de medición intensificada continuó durante todo el período del incidente, del 11 al 26 de abril de 2003. Los resultados de las extensas actividades de medición y evaluación radiológica se presentan en la figura I-7, que ilustra las estimaciones de la emisión de gases nobles, la figura I-8, que muestra las estimaciones de la emisión expresada en el equivalente de ^{131}I , y la figura I-9, que presenta la emisión aerotransportada estimada; la figura I-10 muestra la actividad, en términos de ^{131}I , en diferentes plantas de la región central de Hungría, y la figura I-11 ilustra los resultados de los mismos tipos de mediciones en los alrededores de Paks.

I-105. Sobre la base de los resultados de las mediciones y de la evaluación de la situación tras el accidente, se concluyó que no había habido una emisión importante de materiales radiactivos al medio ambiente y que no se requería ninguna medida para proteger a la población de la región cercana a la central nuclear de Paks.

I-106. A partir del 16 de abril de 2003, la Autoridad de Energía Atómica de Hungría realizó cálculos basados en modelos para evaluar las dosis recibidas por los miembros de la población a raíz de la emisión de materiales radiactivos a la atmósfera. El término fuente fue proporcionado por el explotador de la central nuclear de Paks. En un principio, se había supuesto que solo estaban dañadas algunas agujas de combustible. Sin embargo, los cálculos posteriores de la cantidad total de gases nobles, yodo y productos de fisión indicaron que este supuesto había sido incorrecto. La información ulterior y las pruebas

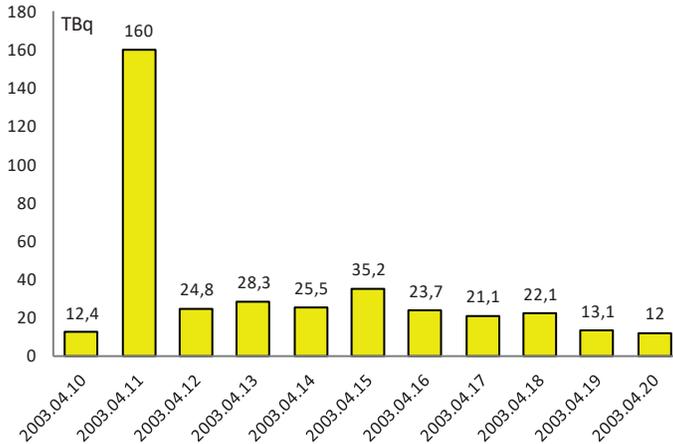


Fig. I-7. Estimaciones de la emisión de gases nobles (cortesía de la Autoridad de Energía Atómica de Hungría y la central nuclear de Paks).

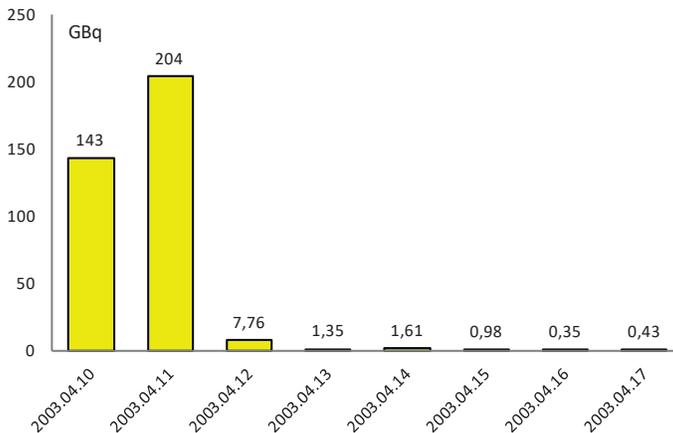


Fig. I-8. Estimaciones de la emisión en el equivalente de ^{131}I (cortesía de la Autoridad de Energía Atómica de Hungría y la central nuclear de Paks).

aportadas por un vídeo grabado en el interior del tanque de limpieza indujeron a la Autoridad de Energía Atómica de Hungría y al explotador de la central nuclear de Paks a concluir que el incidente había dañado la mayoría de las barras de combustible, si no todas.

I-107. El explotador estimó el tipo y las cantidades de elementos emitidos. Básicamente, la emisión había consistido en:

- a) algunos centenares de TBq de gases nobles, principalmente ^{133}Xe (de un período de semidesintegración de 5,2 días): véase la figura I-7;
- b) algunas décimas de TBq de radioyodo, principalmente ^{131}I (de un período de semidesintegración de 8 días): véase la figura I-8;
- c) menos de 0,01 TBq de otros radionucleidos, principalmente ^{134}Cs (de un período de semidesintegración de 2 años) y ^{137}Cs (de un período de semidesintegración de 30 años): véase la figura I-9.

I-108. La evaluación de las dosis indicó que las consecuencias radiológicas del incidente eran bajas. Las dosis para los trabajadores se habían mantenido holgadamente dentro de los límites establecidos para la explotación normal. Las dosis para los miembros de la población habían representado una fracción muy pequeña del límite de dosis pertinente, y menos que la dosis de exposición a la radiación de fondo natural en un día.

I-109. Los datos proporcionados por el personal de la central nuclear de Paks fueron recopilados y evaluados independientemente por el órgano regulador. No se encontraron discrepancias evidentes entre las previsiones, los datos y los cálculos basados en modelos. Los datos reunidos por los diversos órganos y organismos eran coherentes. Por estas razones, no se realizaron nuevas comprobaciones detalladas de la evaluación de las dosis proporcionada por la central nuclear de Paks.

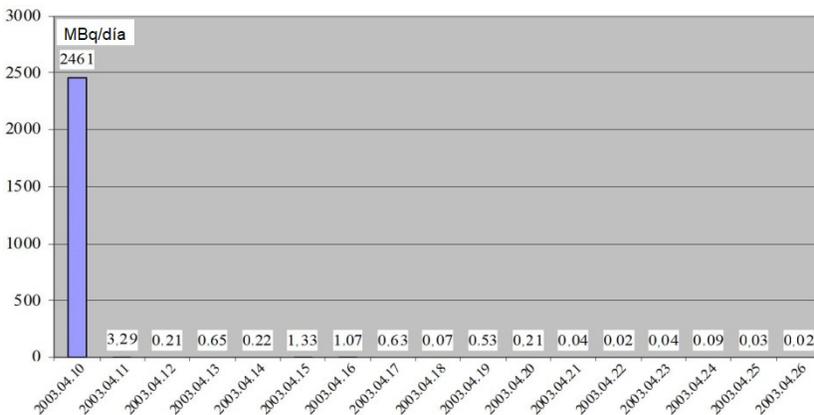


Fig. I-9. Estimaciones de la emisión aerotransportada (cortesía de la Autoridad de Energía Atómica de Hungría y la central nuclear de Paks).

Protección de los trabajadores de emergencias y de los trabajadores encargados de la recuperación

I-110. Se aplicaron procedimientos adecuados para reducir al mínimo las dosis individuales y colectivas a que se expondrían los trabajadores que participaran en la gestión del incidente. Para ello se emplearon el control dosimétrico, equipo de protección personal, la gestión de las órdenes de trabajo, y la capacitación y formación sobre las actividades pertinentes. También se tuvo en cuenta la necesidad de estimar las dosis y ofrecer asesoramiento médico.

I-111. Los intentos de retirar la cubierta del tanque de limpieza, iniciados a las 0.21 horas del 11 de abril de 2003, requirieron la presencia de dos operadores de Framatome ANP — un operador de grúas y un operador de máquinas de manipulación del combustible— así como de un miembro del personal de control dosimétrico de la plantilla de la central nuclear de Paks.

I-112. Todo el personal presente estaba equipado con respiradores conectados a una fuente de oxígeno externa. El operador de la grúa tenía una poblada barba bajo el respirador. No había recibido ninguna capacitación formal en el uso de un respirador antes el incidente, pero se le dieron las instrucciones necesaria en ese momento.

I-113. En los controles ordinarios de la contaminación a la salida de la zona del reactor, el operador de la grúa presentó valores de contaminación externa superiores al nivel máximo prescrito para la explotación normal. Para descontaminarse tuvo que ducharse repetidas veces, después de lo cual se le afeitó la barba y se le cortó el pelo. Estas medidas redujeron sus niveles de contaminación externa a valores inferiores a los prescritos.

I-114. El explotador ejecutó un programa de monitorización para controlar la ingestión de radionucleidos por el personal presente en el emplazamiento durante el incidente, dando prioridad a aquellos cuya ingestión pudiera haber sido mayor. Las primeras mediciones se realizaron en la mañana del 11 de abril de 2003. Se controló a más de seiscientas personas con el contador del cuerpo entero que se encontraban en la central nuclear de Paks. Solo siete habían ingerido cantidades que daban dosis evaluadas cercanas o superiores a 0,1 mSv. La monitorización del cuerpo entero del personal pertinente se aplicó también en el Centro Nacional de Investigaciones sobre Radiobiología e Higiene Radiológica “Frédéric Joliot Curie”. Los dos conjuntos de resultados fueron coherentes. Las dosis efectivas comprometidas recibidas por inhalación de radionucleidos presentaban un máximo de aproximadamente 1 mSv. El operador de la grúa había recibido la

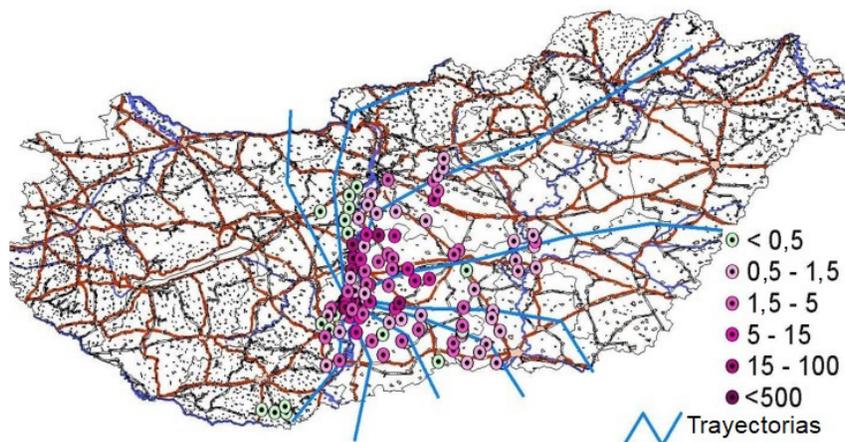


Fig. I-10. Actividad, en términos de yodo 131, en diferentes plantas de la región central de Hungría [Bq/kg de peso en fresco] (cortesía de la Autoridad de Energía Atómica de Hungría y la central nuclear de Paks).

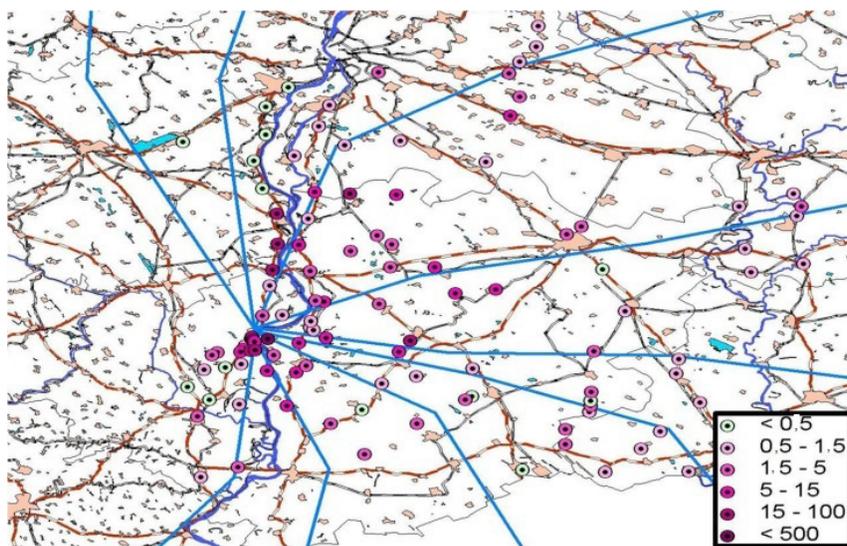


Fig. I-11. Actividad, en términos de yodo 131, en diferentes plantas de los alrededores de Paks [Bq/kg de peso en fresco] (cortesía de la Autoridad de Energía Atómica de Hungría y la central nuclear de Paks).

dosis efectiva comprometida más alta por ingestión [I-28]. Según los expedientes examinados, las dosis más elevadas recibidas por exposición a la radiación

gamma externa por el personal y los contratistas de la central nuclear de Paks durante el incidente y después de él habían llegado a 7 mSv.

Comunicación y consulta con las autoridades y el público

I-115. En cuanto a la preparación para casos de emergencia, las responsabilidades respectivas de la Autoridad de Energía Atómica de Hungría y el explotador parecen haber estado bien definidas, y no hay indicio alguno de que un desconocimiento de esas responsabilidades haya agravado la repercusión de este incidente.

I-116. El público fue informado del incidente en las primeras horas del 11 de abril de 2003. A partir de ese momento, se hizo un gran esfuerzo para comunicar información a la población de Paks y de las regiones cercanas a la central. Para ello se utilizaron todos los cauces disponibles localmente. A medida que se contaba con nuevos detalles, se publicaban boletines en todo el país. Además, se dieron varias conferencias de prensa. Estos canales facilitaron en general una información objetiva y correcta. La central nuclear de Paks respondió a todas las preguntas y aceptó todas las solicitudes de entrevista que le formuló la prensa.

I-117. El explotador de la central publicó dos comunicados de prensa el 11 de abril de 2003. En el segundo, clasificó el incidente en el nivel 2 de la Escala Internacional de Sucesos Nucleares y Radiológicos (INES) del OIEA. El OIEA fue informado el 17 de abril de 2003, cuando se descubrió el estado real de los conjuntos combustibles, a pesar de que la central no tenía la obligación de hacerlo según la Convención sobre la Pronta Notificación de Accidentes Nucleares. Sin embargo, el uso de los niveles de la INES, que tiene por objeto ayudar a explicar la gravedad de una situación de emergencia al público, terminó menoscabando la credibilidad de las autoridades en este caso. El 11 de abril de 2003, el explotador propuso la clasificación del incidente en el nivel 2 de la INES, y la Autoridad de Energía Atómica de Hungría aprobó esta propuesta. El 17 de abril de 2003, cuando la apertura de la cubierta y la inspección visual revelaron toda la magnitud del daño, la clasificación se elevó al nivel 3 de la INES. Aunque esta revisión fue correcta, generó en la población la idea de que, o bien el incidente se estaba agravando, o las autoridades no habían dicho toda la verdad desde el comienzo [I-28].

I-118. Con arreglo a los requisitos nacionales establecidos en el plan nacional para casos de emergencia y al plan de emergencia de la central, dada la naturaleza del peligro, no era necesario advertir al público de la posible adopción de medidas protectoras. Sin embargo, el incidente fue comunicado inmediatamente

a los alcaldes de las comunidades situadas en un radio de 30 kilómetros en torno a la central mediante un sistema especial de SMS establecido con ese fin, para que pudieran responder a las preguntas que se les formularan.

I-119. El 22 de abril de 2003 se celebró una conferencia de prensa en la sala del reactor de la Unidad 2, y el 27 de abril de 2003 el Director General de la central nuclear de Paks recibió al Presidente del Comité Ambiental del Parlamento en la central nuclear. Al día siguiente, varios representantes parlamentarios aceptaron la invitación a una reunión de información. Ese mismo día, el Director General se reunió con los alcaldes de las 13 comunidades vecinas y con representantes de organizaciones civiles, que también visitaron la sala del reactor.

I-120. Los directores de la empresa asistieron asimismo a audiencias públicas y a reuniones de los consejos locales y las asociaciones regionales durante varios meses después de la estabilización de la situación.

Investigación del incidente

I-121. Los responsables del diseño de la central nuclear no habían previsto que el proceso de limpieza del combustible pudiera conducir a una emisión accidental de radiactividad, y ciertamente no a una emisión de la escala observada durante el incidente. Se realizaron una serie de investigaciones nacionales e internacionales independientes para entender las circunstancias que habían llevado al incidente y extraer conclusiones que permitieran mejorar las disposiciones operacionales y de emergencia y evitar la repetición de un suceso de ese tipo [I-27 a I-30].

I-122. De conformidad con los requisitos reglamentarios, el explotador de la central nuclear de Paks tenía la obligación de realizar una investigación del incidente y de presentar un informe al respecto a la Autoridad de Energía Atómica de Hungría. En paralelo con esta investigación, la Autoridad efectuó una investigación independiente con arreglo a sus procedimientos internos. El informe de la investigación de la Autoridad de Energía Atómica de Hungría estuvo listo y fue aprobado por el Director General de esta organización el 29 de mayo de 2003 [I-27].

I-123. En vista de la gravedad del incidente, el Parlamento húngaro designó también un comité parlamentario para que investigara las causas y responsabilidades del caso. Este comité presentó su informe al Parlamento húngaro al final de 2003.

I-124. El Gobierno de Hungría invitó asimismo a una misión de expertos del OIEA a evaluar los resultados de la investigación del incidente hecha por su Autoridad de Energía Atómica. La misión tuvo lugar del 16 al 25 de junio de 2003 y los expertos formularon varias sugerencias y recomendaciones para mejorar la explotación de la central nuclear de Paks y el funcionamiento del sistema de reglamentación [I-28].

I-125. La central nuclear de Paks invitó al Grupo de Examen de la Seguridad Operacional a realizar una misión de seguimiento del 21 de febrero al 1 de marzo de 2005 [I-29]. Esta misión se centró principalmente en la aplicación de las sugerencias y recomendaciones formuladas durante la misión del Grupo de Examen de la Seguridad Operacional anterior, que había tenido lugar del 8 al 25 de octubre de 2001, y en la misión de expertos del OIEA arriba mencionada [I-29].

Revisión de las disposiciones de emergencia después del incidente

I-126. Tras la misión de expertos del OIEA, la central nuclear de Paks preparó un plan de acción para subsanar las deficiencias detectadas en los siguientes ámbitos: el sistema de gestión, la supervisión reglamentaria, el diseño, la operación de limpieza del combustible, la protección radiológica, y la planificación y preparación para casos de emergencia. El plan de acción establecía tareas y plazos y fue aprobado por la Autoridad de Energía Atómica de Hungría. Las medidas destinadas a mejorar las disposiciones relativas a la preparación y respuesta para casos de emergencia se terminaron de aplicar en la central nuclear de Paks en 2006 y consistieron en lo siguiente:

- a) Se revisó el sistema de clasificación de emergencias de modo que abarcara todos los sucesos de alerta y emergencia que pudieran ocurrir en la central nuclear de Paks. El sistema de clasificación incluía niveles de actuación de emergencia y niveles de actuación de preparación⁴, basados en parámetros mensurables. Se realizó un examen completo de la evaluación de los peligros de la central para verificar que se hubieran tenido en cuenta todas las posibles secuencias de accidentes.

⁴ Los niveles de actuación de preparación representan los niveles de iniciación de un nuevo modo operacional establecidos por el Sistema de Respuesta a Emergencias Nucleares de Hungría (denominado 'modo operacional de preparación'), que se aplican cuando no se requieren medidas de protección del público pero sí una coordinación del funcionamiento del sistema nacional de monitorización y alerta radiológica, la evaluación de las consecuencias y el suministro de información a la población.

- b) Se revisó el plan de respuesta a emergencias del emplazamiento para incorporar un procedimiento que tuviera en cuenta el sistema de clasificación revisado y los nuevos escenarios de emergencia postulados.
- c) Se revisó la reglamentación interna sobre las modificaciones tecnológicas en la central nuclear de Paks, para que regulara también las interacciones del plan de respuesta a emergencias del emplazamiento con los efectos de las modificaciones planificadas. Esta revisión introdujo el requisito de realizar un análisis de los aspectos de las modificaciones planificadas que pudieran repercutir en una emergencia, antes de adoptar cualquier decisión sobre esas modificaciones.
- d) Se llevó a cabo la verificación y/o validación del nuevo Sistema de Monitorización Ambiental y de las Emisiones de Paks relacionado con los parámetros de importancia crítica para la detección y clasificación de las emergencias, después de lo cual se adoptaron medidas para mejorar el sistema con el fin de apoyar mejor las actividades de alerta y notificación de emergencias.
- e) El personal de la sección de preparación para casos de emergencia y todos los contratistas recibieron la capacitación preparatoria impartida al personal operativo sobre las nuevas actividades importantes para la seguridad.
- f) La organización competente de la central nuclear de Paks, es decir, la encargada de la gestión general de la preparación para casos de emergencias, colaboró también en la evaluación de los procedimientos de emergencia de los contratistas.
- g) El personal encargado del control dosimétrico participó en la realización de simulacros y ejercicios imprevistos.
- h) Además, la central nuclear de Paks decidió que:
 - i) en cada sala de operaciones habría kits de emergencia (con máscaras antigás, comprimidos de yodo, equipo de respiración, ropa ignífuga y dosímetros personales) para el personal de operación;
 - ii) en los procedimientos pertinentes para las medidas protectoras urgentes se incluiría la capacitación práctica en el uso del equipo de respiración (para la protección de las vías respiratorias);
 - iii) el personal de las brigadas de bomberos de la instalación realizaría actividades de adiestramiento y primeros auxilios sobre el terreno.

Autorización para reanudar la explotación normal

I-127. Como consecuencia del incidente, dejaron de cumplirse las condiciones para la explotación segura y el explotador de la central nuclear de Paks no pudo completar la recarga de combustible programada en abril de 2003. A fin de

restablecer las condiciones de explotación segura, se planificaron las siguientes actividades principales para el período 2003–2004:

- a) Asegurar la subcriticidad y el enfriamiento de la estructura de restos de combustible.
- b) Descontaminar las superficies internas del circuito primario.
- c) Restablecer las condiciones para la recarga de combustible.
- d) Establecer condiciones seguras para un almacenamiento a largo plazo de los restos de combustible.

I–128. Estas actividades se realizaron bajo la supervisión de la Autoridad de Energía Atómica de Hungría. Para cada paso principal, el explotador de la central nuclear de Paks presentó una solicitud de licencia a dicha Autoridad y se llevó a cabo un proceso de autorización oficial. Por último, cuando se habían cumplido todas las condiciones de seguridad y todos los requisitos reglamentarios, se expidió una nueva licencia operacional para la reanudación de la explotación de la Unidad 2 a partir de septiembre de 2004.

I–129. Otra serie de actividades estuvo dedicada a eliminar los restos de combustible del tanque de limpieza química, crear condiciones seguras para el almacenamiento de los restos de combustible y retirar el tanque de limpieza química de la piscina secundaria para restablecer el funcionamiento seguro de esta piscina, que era parte integrante del sistema de piscinas de la Unidad 2. A principios de 2004, cuando se estaban iniciando estas actividades, la Autoridad de Energía Atómica de Hungría publicó requisitos reglamentarios para la seguridad tecnológica y física nuclear y radiológica y para el sistema de gestión de todas las obras y operaciones de recuperación. Debido al carácter especial del incidente, fue necesario un examen general de la amplia gama de requisitos existentes a nivel nacional e internacional y, en algunos casos, la elaboración de requisitos nuevos. El proceso de retirada y recuperación fue diseñado, planificado y ejecutado por varias organizaciones especializadas, nacionales e internacionales, que prestaron apoyo al personal operacional de la central nuclear de Paks y también, independientemente, a la Autoridad de Energía Atómica de Hungría. El explotador de la central nuclear tuvo que presentar informes periódicos sobre los avances en las operaciones de recuperación. Tras el debido proceso de autorización, se expidieron licencias para la fabricación y el uso de los contenedores para los restos de combustible, el empleo de las diferentes clases de equipo técnico necesario para las actividades de retirada, y la retirada de los restos de combustible y del tanque de limpieza química. Al final de 2007 habían terminado todas las operaciones de recuperación.

Conclusiones

I-130. El incidente relacionado con la limpieza del combustible se produjo el 10 de abril de 2003 durante una parada de mantenimiento programada. Treinta conjuntos combustibles habían sido retirados del reactor de la Unidad 2 y se encontraban en un tanque de limpieza del combustible bajo agua, en un pozo adyacente a la piscina del combustible. El plan era eliminar los depósitos de magnetita de las vainas del combustible mediante un proceso de limpieza química diseñado especialmente con ese fin.

I-131. Los trabajadores detectaron un aumento de la actividad en la sala del reactor. Cuando los monitores de gases nobles de la sala del reactor indicaron que se había alcanzado el nivel de emergencia, se ordenó la evacuación de la sala. Aunque la emisión aerotransportada era superior a la situación normal, presentaba una tendencia decreciente y, según los datos disponibles, no se aproximaba a los límites prescritos a nivel nacional para la descarga. Cuando se hubieron reunido y examinado toda la información y todos los datos sobre la emisión, se revaluó la situación y se confirmó que el suceso no constituía un accidente.

I-132. Tras la detección del incidente, se activó parcialmente la OREE para que controlara y evaluara continuamente los sucesos. La OREE funcionó con arreglo a los procedimientos pertinentes hasta el 13 de abril de 2003, cuando se puso fin a sus actividades. Tras la retirada de la cubierta del tanque el 16 de abril de 2003, se reconoció el alcance del daño sufrido por los conjuntos combustibles y se reactivó la OREE. Esta situación se mantuvo hasta el 20 de abril de 2003. En este período, la OREE operó en modo de respuesta parcial en el centro de respuesta a emergencias y evaluó continuamente la situación, manteniendo el contacto con las autoridades y la preparación para su activación plena si se deterioraba la situación.

I-133. Durante las operaciones de recuperación, se crearon grupos de profesionales especialistas en diferentes disciplinas a fin de estudiar las opciones para la recuperación. En el primer semestre de 2004 se establecieron un sistema de refrigeración autónomo y un sistema de boración de emergencia en la piscina secundaria.

I-134. En un estudio coordinado de monitorización ambiental, se evaluó la situación radiológica en los alrededores de la central nuclear de Paks para determinar si se requerían medidas protectoras fuera del emplazamiento y proporcionar información auténtica, fidedigna y oportuna a la población. El estudio abarcó todo el período del incidente, del 10 al 26 de abril de 2003. Sobre

la base de los resultados de las mediciones y de la evaluación de la situación después del incidente, se concluyó que no había habido una emisión importante y que no se requería ninguna medida de protección de la población.

I-135. Se siguieron los procedimientos adecuados (p. ej., la adopción de medidas de protección colectiva y personal) para reducir al mínimo las dosis que recibirían los trabajadores que participaran en la gestión del incidente y mantenerlas dentro de los límites de dosis ocupacional para la explotación normal. También se tuvo en cuenta la necesidad de estimar las dosis y ofrecer asesoramiento médico.

I-136. Con arreglo a los requisitos nacionales y dada la naturaleza del peligro, no era necesario advertir al público de la posible adopción de medidas protectoras. Sin embargo, el incidente fue comunicado inmediatamente a los alcaldes de las comunidades situadas en un radio de 30 kilómetros a la redonda de la central. La población fue informada del incidente en las primeras horas del 11 de abril de 2003. Se prestó particular atención a la comunicación con el público, para la cual se utilizaron todos los canales de difusión disponibles localmente.

I-137. Tras el incidente se realizaron una serie de investigaciones nacionales e internacionales independientes con el fin de determinar las causas y las circunstancias que lo había causado y extraer conclusiones que permitieran mejorar las disposiciones operacionales y de emergencia y evitar la repetición de un suceso de ese tipo.

I-138. Como consecuencia del incidente, la central nuclear de Paks no pudo completar su recarga de combustible programada para abril de 2003. Se planificaron una serie de actividades a fin de restablecer las condiciones de explotación segura; esas actividades se realizaron durante el período 2003-2004, bajo la supervisión de la Autoridad de Energía Atómica de Hungría.

I-139. En la figura I-12 se presenta el resultado de un análisis retrospectivo del suceso, basado en las fases descritas en la sección 2 de la presente Guía de Seguridad, con las fechas correspondientes. La emergencia comenzó el 10 de abril de 2003, cuando fue necesario adoptar algunas medidas protectoras urgentes en el emplazamiento para proteger al personal. Esta situación duró del 10 al 20 de abril de 2003. En este período, los esfuerzos se centraron en evaluar la situación y su gravedad; se tomaron todas las medidas necesarias para mantener la refrigeración y monitorización continua del combustible dañado y estabilizar la situación. La labor de monitorización y evaluación continuó hasta el 26 de abril de 2003, para confirmar la estabilidad de la situación. El combustible dañado fue puesto

bajo control y se evaluaron las consecuencias dentro y fuera del emplazamiento. Después de este período, a partir de mayo de 2003, se siguió trabajando en la planificación de la recuperación y en la investigación de las circunstancias que habían conducido al incidente. Como resultado de ello, en el segundo semestre de 2004 la central nuclear de Paks pudo reanudar su funcionamiento normal, de conformidad con la reglamentación nacional. La población no experimentó una situación de exposición nueva a raíz de este incidente.

I-140. En los cuadros I-6 y I-7 se presentan los resultados de un análisis del estudio de caso en que se examinó el grado de cumplimiento de los requisitos para la finalización de una emergencia nuclear o radiológica establecidos en la sección 3 de la presente Guía de Seguridad. Estos cuadros reflejan la situación existente al 26 de abril de 2003 (véase la figura I-12), que es la fecha en que, según el análisis retrospectivo, se cumplieron las condiciones para la finalización.

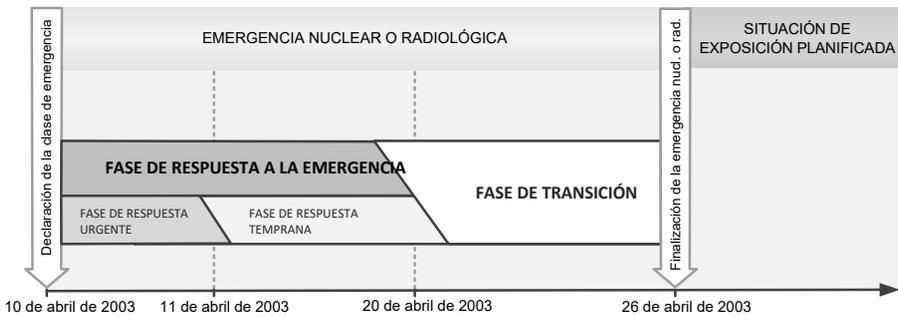


Fig. I-12. Determinación retrospectiva de la secuencia y los hitos del incidente del daño del combustible de Paks.

CUADRO I-6. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DEL DAÑO DEL COMBUSTIBLE EN PAKS

Requisito general	Situación con respecto al requisito
¿Se había aplicado las medidas protectoras urgentes y tempranas necesarias?	Los trabajadores habían sido evacuados de la sala del reactor inmediatamente después de la detección de los niveles de emergencia de los gases nobles. Los resultados de la evaluación habían indicado que no se requería ninguna otra medida para proteger al restante personal del emplazamiento o a los miembros de la población.
¿Se había restablecido una situación de exposición estable y se tenía un buen conocimiento de ella?	Para obtener una comprensión y evaluación más detalladas de la situación radiológica, se habían realizado diversas actividades de manera coordinada. Estas actividades habían permitido una estimación adecuada del término fuente de la emisión. Las emisiones aerotransportadas se habían sometido a monitorización continua, y al cabo de la primera semana tras el incidente estaban confirmadas la reducción y la estabilidad de los niveles.
¿Se había caracterizado debidamente la situación radiológica y estaban determinadas las vías de exposición y evaluadas las dosis para toda la población afectada?	La situación radiológica estaba debidamente caracterizada; se habían determinado las posibles vías de exposición y evaluado las dosis para las personas posiblemente afectadas. La evaluación de las dosis había indicado que las consecuencias radiológicas del incidente eran de poca monta.
¿Se había recuperado el control de la fuente de exposición y no cabía esperar nuevas emisiones o exposiciones accidentales importantes a raíz del suceso?	Tras la retirada de la cubierta del tanque de limpieza, se había reconocido la posibilidad de nuevas emisiones radiactivas y se había reactivado parcialmente la OREE. La OREE había gestionado la situación, centrándose en prevenir nuevas emisiones. Una medida importante había sido la fabricación, el 20 de abril de 2003, de un invernadero de plástico sobre la piscina que contenía el tanque de limpieza.

CUADRO I-6. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DEL DAÑO DEL COMBUSTIBLE EN PAKS (cont.)

Requisito general	Situación con respecto al requisito
<p>¿Estaba evaluada la situación del momento y se habían revisado las disposiciones de emergencia ya existentes y establecido otras nuevas?</p>	<p>La OREE había evaluado continuamente la situación y los posibles efectos en las medidas de seguridad de la planta y en las disposiciones de emergencia. También se realizaron varias evaluaciones independientes en 2003. Como resultado de ello, el explotador de la central nuclear de Paks revisó los planes para casos de emergencia en el emplazamiento y preparó un plan de acción para estudiar las medidas correctivas necesarias y revisar las disposiciones de emergencia. Al final de 2006 se habían aplicado las mejoras necesarias.</p>
<p>¿Se cumplían los requisitos para la exposición ocupacional en una situación de exposición planificada respecto de todos los trabajadores participantes en las actividades de recuperación?</p>	<p>Debido a la naturaleza del peligro, había sido posible llevar a cabo todas las medidas de respuesta y operaciones de recuperación sin superar los límites de dosis de la explotación normal. Se habían aplicado diversas medidas para monitorizar las dosis recibidas por los trabajadores encargados de la recuperación. Todos los que habían tenido que entrar en las principales zonas operacionales del emplazamiento habían recibido dosímetros externos personales. Una placa de película, distribuida y evaluada por la autoridad de protección radiológica, había dado las mediciones de dosis legales. La central nuclear de Paks había proporcionado también un dosímetro de termoluminiscencia a los trabajadores encargados de la recuperación. Las personas que habían tenido que entrar a las zonas del reactor habían recibido asimismo un dosímetro electrónico. El personal de operación y mantenimiento del reactor había sido equipado con dosímetros de neutrones termoluminiscentes. Los contratistas también habían utilizado sus propios dosímetros. Se habían recopilado y registrado los datos dosimétricos de la monitorización externa de los contratistas y del personal de la central nuclear de Paks en el emplazamiento, y su cotejo con los resultados de los dosímetros llevados por las personas que trabajaban en el incidente había demostrado que los dos conjuntos de datos eran coherentes.</p>

CUADRO I-6. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DEL DAÑO DEL COMBUSTIBLE EN PAKS (cont.)

Requisito general	Situación con respecto al requisito
<p>¿Se había evaluado la situación radiológica con respecto a los niveles de referencia, los criterios genéricos y los criterios operacionales, según correspondiera?</p>	<p>La situación radiológica se había evaluado teniendo en cuenta los diferentes criterios de respuesta, y se había llegado a la conclusión de que no se había superado ninguno de los criterios. Las dosis evaluadas estaban dentro de los límites de dosis de la explotación normal tanto para los trabajadores como para el resto de la población.</p>
<p>¿Se habían determinado y tenido en cuenta las consecuencias no radiológicas (p. ej., psicosociales o económicas) y otros factores (como la tecnología, las opciones de uso de la tierra, la disponibilidad de recursos y la resiliencia de la comunidad)?</p>	<p>Las consecuencias radiológicas del incidente fuera del emplazamiento habían sido de poca importancia. No se había adoptado ninguna medida específica para reducir los efectos no radiológicos fuera del emplazamiento, salvo el suministro de información pública oportuna y coherente. Sin embargo, en las primeras semanas después del incidente se había observado una mayor presión de los medios de comunicación. En vista de ello, se había establecido una política de información pública específica para la central nuclear de Paks, la Autoridad de Energía Atómica de Hungría y la Dirección General Nacional para la Gestión de Desastres, a fin de armonizar las formas de comunicación con el público y el contenido de la información proporcionada. La Autoridad de Energía Atómica de Hungría había actualizado regularmente su sitio web con nuevos artículos de información pública sobre los resultados de las evaluaciones y mediciones.</p>
<p>Un elemento importante de las consecuencias no radiológicas del incidente fue la pérdida económica experimentada. Uno de los componentes de la pérdida económica fue el daño sufrido por los conjuntos combustibles que, de lo contrario, habrían servido para la producción de electricidad. Otro componente fue la prolongada parada de la Unidad 2, que duró aproximadamente un año y medio, en que no se generó electricidad. Un tercer componente fue el gasto en que se incurrió para restablecer las condiciones de explotación segura en la Unidad 2, especialmente debido a que la piscina secundaria estaba fuera de servicio. El cuarto componente importante fueron los costos de la retirada de los restos de combustible y del tanque de limpieza y el establecimiento de condiciones de almacenamiento seguro para el combustible dañado.</p>	

CUADRO I-6. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DEL DAÑO DEL COMBUSTIBLE EN PAKS (cont.)

Requisito general	Situación con respecto al requisito
¿Se había establecido el registro de las personas que necesitaban un seguimiento médico antes de dar por finalizada la emergencia?	Las dosis recibidas por los miembros del público y los trabajadores no habían superado los límites de dosis para la explotación normal. Por consiguiente, nadie había necesitado tratamiento médico, ni un seguimiento médico después del incidente.
¿Se había elaborado la estrategia para la gestión de los desechos radiactivos generados por la emergencia en el momento apropiado?	La central nuclear de Paks tenía (y sigue teniendo) una reglamentación interna y una estrategia general para la gestión de los desechos radiactivos generados por la explotación normal y en situaciones de emergencia. Durante el incidente, la central se vio enfrentada a una situación nueva, para la que no existían soluciones estándar. Tras las medidas iniciales, el explotador de la central nuclear estableció en 2004 un plan de recuperación que contenía estrategias específicas para la gestión de los desechos radiactivos y la creación de las zonas de almacenamiento necesarias. Los desechos radiactivos generados durante el período de las obras de recuperación se gestionaron aplicando esta estrategia. La central nuclear de Paks terminó de aplicar el plan de medidas correctivas al final de 2006.

CUADRO I-6. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DEL DAÑO DEL COMBUSTIBLE EN PAKS (cont.)

Requisito general	Situación con respecto al requisito
¿Se había consultado con las partes interesadas?	<p>En los casos de condiciones anómalas, el plan para emergencias en el emplazamiento exigía que se informara a las autoridades externas dentro de las dos horas siguientes a la detección del suceso anómalo y que esta información se actualizara en las 24 horas siguientes. Durante este incidente, las autoridades pidieron información al explotador con una frecuencia y un grado de detalle mayores. El público también fue informado con prontitud. El OIEA fue informado el 17 de abril de 2003, cuando se descubrió el estado real de los conjuntos combustibles, pese a que no era obligatorio hacerlo según la Convención sobre la Pronta Notificación de Accidentes Nucleares. Debido a la naturaleza del peligro, el incidente no requirió consultas con partes interesadas que no fueran las autoridades externas al emplazamiento, las organizaciones de apoyo técnico y las instituciones científicas. Las consultas se iniciaron lo antes posible después del incidente, para evaluar la situación y planificar las operaciones de recuperación.</p>

CUADRO I-7. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN PLANIFICADA: ESTUDIO DE CASO DEL DAÑO DEL COMBUSTIBLE EN PAKS

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
¿Se habían analizado las circunstancias causantes de la emergencia y determinado las medidas correctivas?	La OREE de la central nuclear de Paks había investigado las circunstancias que habían conducido al incidente para determinar las causas y las mejoras necesarias en los arreglos existentes. Además, en 2003 se realizaron investigaciones y misiones independientes (entre otros, del OIEA).
¿Se había elaborado un plan de acción para la aplicación de medidas correctivas por las autoridades respectivas?	Sobre la base de los resultados de las investigaciones específicas, se había determinado la necesidad de medidas correctivas en diversos ámbitos. Se había elaborado un plan de acción para dar respuesta a los hallazgos, determinar las medidas correctivas que se aplicarían y extraer lecciones para la mejora de los arreglos existentes. Todos los hallazgos de las investigaciones se subsanaron en el período 2004-2007. La Autoridad de Energía Atómica de Hungría emitió una resolución reguladora en que exigía un conjunto de medidas correctivas en relación con la gestión y el funcionamiento de la central nuclear de Paks, y siguió de cerca la aplicación de estas medidas correctivas antes de expedir una licencia de explotación en septiembre de 2004. El estado de la aplicación de estas medidas correctivas fue examinado también en varias misiones de seguimiento internacionales.
¿Se habían evaluado las condiciones para verificar el cumplimiento de la manipulación tecnológica y físicamente segura de las fuentes de conformidad con los requisitos establecidos a nivel nacional para las situaciones de exposición planificada?	Debido al carácter especial de los restos de combustible dañado, la Autoridad de Energía Atómica de Hungría estableció y publicó más tarde requisitos reglamentarios específicos para la seguridad tecnológica y física nuclear y radiológica y para la gestión de todos los trabajos y operaciones de recuperación. El cumplimiento de estos requisitos se evaluó continuamente durante las operaciones de recuperación.

CUADRO I-7. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN PLANIFICADA: ESTUDIO DE CASO DEL DAÑO DEL COMBUSTIBLE EN PAKS (cont.)

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
<p>¿Se requerían procedimientos administrativos para limitar o prevenir el uso o la manipulación de la fuente hasta que se hubieran comprendido mejor las circunstancias que habían causado la emergencia?</p>	<p>La recarga de combustible, planificada para abril de 2003, quedó interrumpida hasta que pudo realizarse en condiciones de seguridad, después de los trabajos de reparación necesarios. Estos trabajos se llevaron a cabo de conformidad con los planes y las instrucciones específicas, en condiciones de seguridad tecnológica y física y como operación normal. Finalmente, tras haberse cumplido todos los requisitos reglamentarios para la explotación segura de la Unidad 2, se expidió al explotador una licencia para la reanudación de la explotación normal.</p>
<p>¿Estaba confirmado el cumplimiento de los requisitos relativos a los límites de dosis para la exposición del público en situaciones de exposición planificada?</p>	<p>Las dosis recibidas por los miembros de la población se habían evaluado continuamente, pudiendo confirmarse que a lo largo del incidente se habían mantenido por debajo de los límites de dosis prescritos para los miembros de la población durante la explotación normal.</p>

EL INCIDENTE RADIOLÓGICO DE HUEYPOXTLA EN MÉXICO⁵

I-141. A las 8.13 horas⁶ del 2 de diciembre de 2013, el órgano regulador nuclear de México, la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), recibió una notificación de un trabajador de una empresa autorizada a transportar materiales radiactivos sobre el robo de un vehículo que transportaba el cabezal de un aparato de teleterapia con una fuente de ^{60}Co (véase la figura I-13). La actividad de la fuente estaba estimada en 111 TBq⁷. El vehículo había sido robado en una gasolinera cercana a Tepojaco, en el municipio de Tizayuca del estado de Hidalgo. La fuente pertenecía al hospital de la seguridad social mexicana de la ciudad de Tijuana, en el estado de Baja California, y estaba en camino hacia el centro de almacenamiento de desechos radiactivos situado cerca de la ciudad de Santa María Maquixco, en el municipio de Temascalapa, del Estado de México.



Fig. I-13. Vehículo que transportaba el aparato de teleterapia con la fuente de ^{60}Co (cortesía de la CNSNS).

⁵ Este resumen fue redactado por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias de México sobre la base de los registros internos del incidente y no incluye las consideraciones de seguridad física nuclear relacionadas con el suceso.

⁶ Todos los tiempos de este estudio de caso están dados en la hora local (UTC -06).

⁷ Sobre la base de esta actividad, la fuente de ^{60}Co correspondía a las fuentes radiactivas de la categoría 1 descritas en la publicación N° RS-G-1.9 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA, Clasificación de las fuentes radioactivas* [I-31].

I-142. Tras la notificación, el personal de la CNSNS se puso en contacto con la empresa de transporte para validar la información e investigar las circunstancias del incidente. En ese momento, la CNSNS se enteró de que, aproximadamente a las 2.00 horas del 2 de diciembre de 2013, un grupo de personas armadas había asaltado al conductor del vehículo, que estaba descansando en la gasolinera, y se había apoderado del vehículo, incluida la fuente radiactiva.

Declaración de la emergencia y medidas de protección urgentes

I-143. El personal de la CNSNS examinó sus bases de datos en busca de información más precisa sobre la fuente radiactiva robada, como su actividad (95,24 TBq), el número de serie de la fuente y las características de su blindaje, y elaboró un boletín informativo para su distribución por el Organismo de Protección Civil. El boletín describía el incidente, los posibles riesgos de la manipulación de la fuente radiactiva, las medidas inmediatas que debían adoptar el personal de respuesta y los miembros de la población si encontraban la fuente, y los números de teléfono para dar aviso del hallazgo de la fuente. Este boletín fue transmitido el 2 de diciembre de 2013 a las 13.00 horas a los gobiernos de los estados de Hidalgo, Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Querétaro y San Luis Potosí, así como a la administración de Ciudad de México y a las autoridades federales. Posteriormente, se informó también al OIEA por conducto del Sistema Unificado de Intercambio de Información sobre Incidentes y Emergencias.

I-144. Tras recibir una comunicación del ejército que la informaba del hallazgo del vehículo cerca del municipio de Hueyoxotla el mismo 2 de diciembre de 2013, la policía federal envió a agentes para verificar la información y registrar la zona en busca de la fuente radiactiva. En el patio trasero de la casa de una persona de la comunidad que les había permitido la entrada, los agentes de la policía federal encontraron el blindaje vacío de la fuente radiactiva (véase la figura I-14). El 4 de diciembre de 2013, los agentes comunicaron este hallazgo a la CNSNS. Ese mismo día, a las 8.00 horas aproximadamente, la CNSNS envió a dos grupos equipados con detectores de radiación montados en vehículos para que realizaran una búsqueda en un radio de 10 km a la redonda, y la policía federal efectuó registros en los municipios de Tizayuca y Zumpango y las zonas circundantes.

I-145. Los agentes de la policía federal detectaron niveles de radiación anormales en un campo de maíz a aproximadamente 1 km de distancia de donde se había encontrado el blindaje. La policía se puso en contacto con la CNSNS y le pidió que enviara a personal para la búsqueda de la fuente y acordonara la



Fig. I-14. Blindaje vacío de la fuente radiactiva (cortesía de la CNSNS).

zona. Entre tanto, la policía federal y el ejército quedaron encargados de asegurar y custodiar la zona para que solo entrara en ella el personal autorizado.

Aislamiento de la fuente

I-146. El 4 de diciembre de 2013, la CNSNS envió a dos grupos de su Organización de Contingencias Radiológicas para que prosiguieran la búsqueda de la fuente radiactiva. La policía federal informó al personal de la CNSNS de lo que se había encontrado en Hueypoxtla. El personal de la CNSNS analizó las fotografías tomadas por los agentes de la policía federal y confirmó que el objeto fotografiado parecía ser el contenedor vacío de una fuente. La policía federal condujo al personal de la CNSNS a la zona en que se habían detectado niveles de radiación (tasas de dosis equivalente ambiental) elevados, superiores a $100 \mu\text{Sv/h}$. La policía federal prestó también asistencia al nuevo personal de la CNSNS que llegó a Hueypoxtla en helicóptero, con equipo especializado. A falta de alumbrado, se realizó una rápida monitorización inicial al atardecer para precisar mejor la localización de la fuente radiactiva y se pidió a la policía federal que controlara el acceso a esa zona en particular.

I-147. El 5 de diciembre de 2013 continuaron las actividades destinadas a delimitar las zonas con niveles de radiación elevados y localizar la fuente. Una vez que el perímetro para la búsqueda de la fuente se hubo reducido lo suficiente, la CNSNS se puso en contacto con la Central Nuclear de Laguna Verde (CNLV)

de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y con la Secretaría de Marina y les pidió ayuda en la planificación de las medidas para recuperar la fuente radiactiva.

I-148. El 6 de diciembre de 2013, el grupo de la CNSNS presente en Hueyoxtla fue reforzado con la llegada de personal de la CNLV y la Secretaría de Marina. El personal de la CNLV entró en la zona que había delimitado la CNSNS y determinó la ubicación aproximada de la fuente. Se pidió al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares que proporcionara un contenedor adecuado en el que pudiera colocarse la fuente para su transporte ulterior. El Instituto no tenía un contenedor idóneo a mano, pero realizó algunos ajustes en un contenedor disponible para que pudiera utilizarse con ese fin.

I-149. El 7 de diciembre de 2013, personal de la CNSNS, la CNLV, la Secretaría de Marina y la policía federal comenzó a planificar la extracción de los cultivos de la zona con ayuda de un robot perteneciente a la policía federal para poder localizar la fuente con más exactitud. Ese mismo día, la CNSNS fue informada de que la persona que había encontrado la fuente radiactiva estaba dispuesta a indicar dónde la había escondido. Con ayuda de esta persona, se determinó la ubicación exacta de la fuente (que se había extraído del blindaje). El personal de la CNLV y de la CNSNS preguntó a la persona cuánto tiempo había estado cerca de la fuente y le ofreció someterla a un reconocimiento médico, pero este ofrecimiento no fue aceptado.

I-150. El 8 de diciembre de 2013, personal de la CNSNS, la CNLV, la Secretaría de Marina y la policía federal regresó a la zona para seguir a distancia el proceso de extracción de los cultivos, a fin de poder ver mejor la fuente radiactiva. Estas faenas continuaron hasta que el robot experimentó un fallo mecánico. Mientras tanto, la sede de la CNSNS estaba adoptando disposiciones para el transporte de la fuente radiactiva después de su recuperación, y se llevaron nuevos recursos a las instalaciones de la CNLV en Veracruz, entre ellos, contenedores de hormigón y láminas de plomo, para mejorar la protección durante el transporte.

I-151. El 9 de diciembre de 2013, personal de la CNLV entró en la zona y terminó el proceso de extracción de los cultivos, lo que permitió ver la fuente radiactiva (véase la figura I-15) y confirmar su integridad. Sin embargo, al no haber concluido aún la reparación del robot, se requerían otros planes para la recuperación de la fuente.

I-152. El 10 de diciembre de 2013 llegó el contenedor modificado del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y concluyó también la reparación del robot. Los arreglos para la recuperación de la fuente radiactiva comenzaron ese



Fig. I-15. Fuente radiactiva expuesta (cortesía de la Comisión Federal de Electricidad de México).

mismo día, con apoyo logístico de la policía federal y de la Armada de México. Las imágenes tomadas por la cámara del robot confirmaron que la fuente estaba intacta y, después de dos intentos fallidos, el robot fue capaz de tomar la fuente y depositarla en el contenedor. Tras el cierre del contenedor, el personal de la CNSNS midió los niveles de radiación en la superficie de este y determinó que eran muy bajos. A continuación se estudiaron los niveles de radiación en la zona en que se había encontrado la fuente, detectándose solo los niveles de radiación de fondo. Otro estudio de la zona realizado el 13 de diciembre de 2013 confirmó estos resultados.

I-153. La CNSNS, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, la policía federal y el proveedor del servicio de transporte acordaron el momento, la ruta y la escolta del transporte de la fuente radiactiva a las instalaciones del Instituto en Ocoyoacac, en el Estado de México, donde la fuente sería acondicionada y almacenada antes de su envío al centro de almacenamiento de desechos radiactivos del Instituto en Temascalapa.

I-154. Como límite de dosis para los trabajadores que participarían en el proceso de recuperación se utilizó una dosis efectiva de 50 mSv. La dosis promedio recibida fue inferior a 3 mSv, y el valor más alto registrado se situó en torno a 20 mSv.

Comunicación con el público

I-155. El 4 de diciembre de 2013, la población fue informada por el Grupo de Comando del Incidente, integrado por representantes de la CNSNS y de la Secretaría de Salud, de los peligros de la manipulación de la fuente y de la cercanía a esta, aunque se sabía que la fuente se encontraba lejos de todo asentamiento humano. El Grupo de Comando del Incidente instó a todos los que hubieran estado en contacto con la fuente o muy cerca de ella a que acudieran al hospital de Pachuca para que se estimaran las dosis que pudieran haber recibido y se determinara si era necesario un seguimiento médico. Los habitantes de Hueypoxtla plantearon muchas preguntas sobre el estado de la situación, las medidas que se estaban adoptando y los avances de la operación. Un miembro de la CNSNS que se encontraba en el lugar fue dando respuesta a estas preguntas. Sin embargo, ante algunos signos de que la situación podía desestabilizarse, la policía federal interrumpió esta interacción, retirando al representante de la CNSNS de entre la muchedumbre.

Respuesta médica y evaluación de las dosis

I-156. El 8 de diciembre de 2013, la CNSNS pidió a funcionarios de la Secretaría de Salud del estado de Veracruz, que eran miembros del grupo de emergencias radiológicas externo de la CNLV, que la apoyaran en el examen de las personas que pudieran haber estado en contacto con la fuente radiactiva. La Secretaría de Salud del estado se puso en contacto con personal de la Secretaría de Salud federal para solicitar su apoyo en caso de que fuera necesario. La Secretaría de Salud federal confirmó la activación de su personal, junto con la del personal de la Secretaría de Salud del estado, el 9 de diciembre de 2013.

I-157. El 9 de diciembre de 2013, representantes de las Secretarías de Salud federal y del estado fueron acompañados por personal de la CNSNS al hospital de Pachuca para iniciar el examen de las personas que pudieran haber estado expuestas a la fuente. A continuación, el personal se trasladó a Hueypoxtla para examinar a la persona que había ayudado a localizar la fuente y a otra que parecía haber estado en contacto con la fuente cuando aún estaba dentro del blindaje. La segunda persona no presentaba ningún síntoma de exposición a la radiación. La primera tenía síntomas de exposición en el hombro izquierdo y en la pierna derecha, y fue trasladada al Hospital de Nutrición de Ciudad de México para el tratamiento y el seguimiento médico. En ese momento no se realizó ninguna evaluación de la dosis recibida por esa persona.

I-158. El 10 de diciembre de 2013, la Secretaría de Salud federal realizó una investigación sobre el terreno, en que interrogó a las personas que habían estado presentes en el lugar el día que se había encontrado la fuente, reconstruyó los hechos y evaluó el riesgo de exposición aguda de esas personas a la radiación. Se identificó a un total de 59 personas que podían haber estado expuestas. La investigación ulterior reveló que 31 de estas personas no habían estado presentes en el lugar en las fechas y las horas pertinentes. Para las 22 personas restantes, se realizó una reconstrucción de los hechos a fin de evaluar su posible exposición y estimar las dosis recibidas, como base para la evaluación del riesgo de exposición aguda a la radiación.

I-159. El 13 de diciembre de 2013, la Secretaría de Salud federal y la CNSNS solicitaron al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares que realizara estudios de biodosimetría en diez personas, cuatro de las cuales presentaban síntomas que podían estar relacionados con el síndrome agudo por radiación.

I-160. El 15 de diciembre de 2013, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares realizó los estudios de dosimetría biológica de las diez personas con posibles síntomas de exposición identificadas por la Secretaría de Salud federal. Los resultados indicaron que solo una persona superaba el límite especificado en la reglamentación mexicana para la prevención de efectos no estocásticos entre el personal sometido a exposición ocupacional (500 mSv anuales de dosis efectiva del cuerpo entero).⁸ Esto indicó que la persona que había ayudado a las autoridades mexicanas a localizar la fuente era la única que había manipulado la fuente después de su extracción del blindaje.

Fase de transición

I-161. Para el 4 de diciembre de 2013 se había acordonado la zona en que se encontraba la fuente radiactiva y se había establecido un perímetro de seguridad. Por lo tanto, el riesgo de que miembros de la población entraran a esta zona y manipularan la fuente, exponiéndose a la radiación, se había reducido al mínimo. La fuente radiactiva fue encontrada intacta en un campo de maíz a cierta distancia de todo asentamiento humano. Los seis días siguientes se dedicaron a planificar y preparar la recuperación de la fuente.

⁸ Dado que la reglamentación mexicana no establecía límites para la exposición de la población en caso de emergencia radiológica, se acordó utilizar el límite de los efectos no estocásticos para el personal sometido a exposición ocupacional.

I-162. Para los reconocimientos y el seguimiento médico de los miembros de la población que podían haber estado expuestos se aplicó un criterio de dosis de 500 mSv. También se estableció un límite de 50 mSv para las personas que participarían en la recuperación de la fuente.

I-163. La persona que había estado en contacto con la fuente radiactiva y que había recibido por ello una dosis superior a 500 mSv fue trasladada al Hospital de Nutrición de Ciudad de México el 7 de diciembre de 2013 para el tratamiento y seguimiento médico.

Conclusiones

I-164. El accidente de Hueypoxtla demostró que podían producirse emergencias radiológicas fuera de las instalaciones autorizadas de México. También demostró que esas emergencias podían ser causadas por sucesos relacionados con la seguridad física y no vinculados directamente con los materiales radiactivos. El incidente puso de relieve la necesidad de atender a todos los miembros de la población que pudieran ser afectados por esos sucesos y de tranquilizarlos. A raíz de este incidente, las autoridades mexicanas llegaron a la conclusión de que estas emergencias no podían ser gestionadas por un único organismo y de que era necesario elaborar un plan multiinstitucional de respuesta a las emergencias radiológicas, que describiera y definiera claramente las responsabilidades y los recursos de cada organismo.

I-165. En la figura I-16 se presenta el resultado de un análisis retrospectivo del suceso, sobre la base de las fases descritas en la sección 2 de la presente Guía de Seguridad, con las fechas correspondientes. La emergencia comenzó el 2 de diciembre de 2013, con el robo del vehículo que transportaba una fuente radiactiva peligrosa. La fase de respuesta urgente duró hasta el 4 de diciembre de 2013, y en ella los esfuerzos se concentraron en localizar la fuente y en emitir advertencias y suministrar información a la población y a los medios de difusión. El 4 de diciembre de 2013 se localizó la fuente en una zona de Hueypoxtla. La zona fue acordonada, para asegurar la fuente y prevenir toda exposición innecesaria de la población, mientras las autoridades intentaban determinar mejor la ubicación exacta y el estado de la fuente. Esta fase terminó el 9 de diciembre de 2013, cuando, habiéndose extraído los cultivos que la rodeaban, pudo verse la fuente y confirmarse su integridad. Entre tanto, se había elaborado y organizado el plan para almacenar la fuente, lo que permitió recuperarla rápidamente y transportarla para su acondicionamiento antes de la disposición final el 10 de diciembre de 2013. Para esta fecha, las actividades de monitorización destinadas a confirmar la ausencia de contaminación habían concluido, y se había identificado

a todas las personas que podían haber estado en contacto con la fuente y que podían necesitar una evaluación de la dosis y seguimiento médico. Se considera que este hito representó el fin de la emergencia y la transición a una situación de exposición planificada referente a la gestión ulterior de la fuente como desecho radiactivo. Este incidente no generó una situación de exposición nueva para los miembros de la población.

I-166. En los cuadros I-8 y I-9 se presentan los resultados de un análisis del estudio de caso en que se examinó el grado de cumplimiento de los requisitos para la finalización de una emergencia nuclear o radiológica establecidos en la sección 3 de la presente Guía de Seguridad. Estos cuadros reflejan la situación existente al 10 de diciembre de 2013 (véase la figura I-16), que es la fecha en que, según el análisis retrospectivo, se cumplieron las condiciones para la finalización.

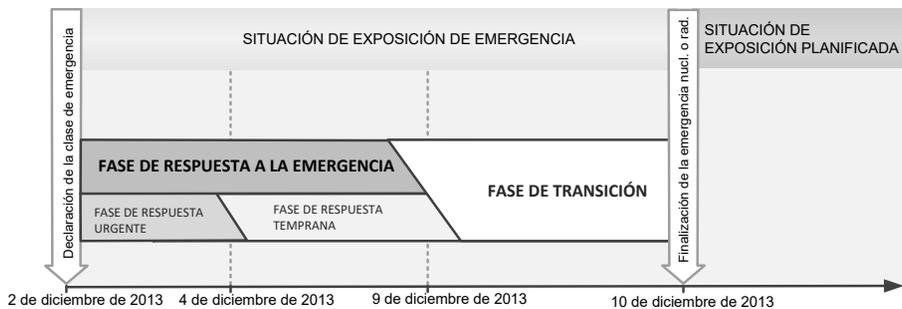


Fig. I-16. Determinación retrospectiva de la secuencia y los hitos del incidente radiológico de Hueyoxtla.

CUADRO I-8. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DE HUEYPOXTLA

Requisito general	Situación con respecto al requisito
¿Se habían aplicado las medidas protectoras urgentes y tempranas necesarias?	Los miembros de la población y los primeros actuantes habían sido informados de los riesgos que planteaba la fuente radiactiva robada y de las precauciones que debían tomarse si se encontraba. Una vez determinada la localización de la fuente radiactiva, se había acordonado la zona y se habían establecido controles del acceso. La persona que había manipulado la fuente radiactiva sin blindaje estaba identificada.
¿Se había restablecido una situación de exposición estable y se tenía un buen conocimiento de ella?	La fuente radiactiva estaba aislada y se había confirmado que estaba intacta y que no había habido dispersión de materiales radiactivos. Por lo tanto, no cabía prever ningún suceso nuevo en la situación.
¿Se había caracterizado debidamente la situación radiológica y estaban determinadas las vías de exposición y evaluadas las dosis para toda la población afectada?	Se había realizado una monitorización y al 10 de diciembre de 2013 las personas afectadas estaban identificadas y, o bien se habían evaluado ya las dosis, o se habían adoptado medidas para evaluarlas.
¿Se había recuperado el control de la fuente de exposición y no cabía esperar nuevas emisiones o exposiciones accidentales importantes a raíz del suceso?	La fuente radiactiva había sido localizada, la zona estaba acordonada y había controles del acceso que impedían una exposición importante a la fuente no blindada.

CUADRO I-8. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DE HUEYPOXTLA (cont.)

Requisito general	Situación con respecto al requisito
<p>¿Estaba evaluada la situación del momento y se habían revisado las disposiciones de emergencia ya existentes y establecido otras nuevas?</p>	<p>México contaba con planes y arreglos para una emergencia nuclear en la CNLY, pero no tenía nada previsto para responder a una emergencia radiológica a nivel nacional. Tampoco se habían establecido planes interinstitucionales. Como enseñanza extraída de este incidente, la CNSNS estaba cooperando con el Organismo de Protección Civil en la elaboración de un plan de ese tipo cuando se redactó este estudio de caso.</p>
<p>¿Se cumplían los requisitos para la exposición ocupacional en una situación de exposición planificada respecto de todos los trabajadores participantes en las actividades de recuperación?</p>	<p>La respuesta a este incidente, incluidas la localización de la fuente radiactiva y su recuperación, se había realizado sin superar los límites de dosis para la explotación normal - una dosis efectiva anual de 50 mSv - prescrita por la reglamentación mexicana. La dosis media recibida por los trabajadores había sido inferior a 3 mSv, y el valor más alto registrado se había situado en torno a 20 mSv.</p>
<p>¿Se había evaluado la situación radiológica con respecto a los niveles de referencia, los criterios genéricos y los criterios operacionales, según correspondiera?</p>	<p>Se había establecido un criterio de 500 mSv para determinar la posibilidad de efectos no estocásticos entre los miembros de la población que pudieran haber estado expuestos. Para los trabajadores que intervinieran en la recuperación de la fuente se había fijado como límite de dosis ocupacional una dosis efectiva de 50 mSv.</p>
<p>¿Se habían determinado y tenido en cuenta las consecuencias no radiológicas (p. ej., psicosociales o económicas) y otros factores (como la tecnología, las opciones de uso de la tierra, la disponibilidad de recursos y la resiliencia de la comunidad)?</p>	<p>La Secretaría de Salud federal y la CNSNS se habían esforzado por suministrar información pública para tranquilizar a la población residente en la zona en que se había encontrado la fuente y responder directamente a sus preguntas sobre la situación. Se había transmitido repetidamente el mensaje de que no había ningún peligro en seguir realizando las actividades diarias de manera completamente normal.</p>

CUADRO I-8. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA LA FINALIZACIÓN DE UNA EMERGENCIA: ESTUDIO DE CASO DE HUEYPOXTLA (cont.)

Requisito general	Situación con respecto al requisito
¿Se había establecido el registro de las personas que necesitaban un seguimiento médico antes de dar por finalizada la emergencia?	Al 10 de <i>diciembre de 2013</i> se habían identificado las personas afectadas, mediante una reconstrucción de los hechos. A continuación se realizaron evaluaciones de dosis para todas las personas identificadas. Estas evaluaciones sirvieron de base para el tratamiento médico por los profesionales de la salud.
¿Se había elaborado la estrategia para la gestión de los desechos radiactivos generados por la emergencia en el momento apropiado?	La planificación de la gestión de la fuente como desecho radiactivo había tenido lugar mientras se localizaba y aislaba la fuente. El 10 de <i>diciembre de 2013</i> , la fuente radiactiva fue transportada a las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares en Ocoyoacac para su acondicionamiento antes del traslado al centro de almacenamiento de desechos radiactivos.
¿Se había consultado con las partes interesadas?	Debido al tipo de suceso, no habían sido necesarias muchas consultas. Sin embargo, la CNSNS había elaborado un boletín que el Organismo de Protección Civil había distribuido entre los órganos interesados. El boletín contenía información sobre el suceso, los riesgos conexos y las precauciones que debían adoptarse. Las autoridades nacionales habían informado a los medios de comunicación nacionales e internacionales sobre el incidente, los riesgos y las precauciones necesarias. La CNSNS había informado a los miembros del público presentes en el lugar del incidente sobre el desarrollo de las tareas de recuperación y los había tranquilizado asegurándoles que, una vez recuperada la fuente, no habría ningún riesgo de contaminación o exposición en la zona.

CUADRO I-9. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN PLANIFICADA: ESTUDIO DE CASO DE HUEYPOXTLA

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
¿Se habían analizado las circunstancias causantes de la emergencia y determinado las medidas correctivas?	El incidente había dejado en claro que los titulares de licencias tenían que adoptar medidas para reforzar las disposiciones de seguridad física durante el transporte de fuentes radiactivas de la categoría 1, en cooperación con la policía federal y con la CNSNS. Además, se había entendido que era necesario elaborar y mantener un plan de respuesta nacional ante las emergencias radiológicas, determinar todos los organismos que participarían en la respuesta y definir sus responsabilidades.
¿Se había elaborado un plan de acción para la aplicación de medidas correctivas por las autoridades respectivas?	Poco después del incidente, la CNSNS estableció los requisitos que debían cumplir los titulares de licencias durante el transporte de fuentes radiactivas de la categoría 1. Cuando se redactó este estudio de caso, la CNSNS y el Organismo de Protección Civil estaban trabajando en la elaboración de un plan nacional de respuesta a las emergencias radiológicas, incluida la determinación de los organismos que participarían y de sus respectivas responsabilidades.
¿Se habían evaluado las condiciones para verificar el cumplimiento de la manipulación tecnológica y físicamente segura de las fuentes de conformidad con los requisitos establecidos a nivel nacional para las situaciones de exposición planificada?	Las condiciones para verificar el cumplimiento estaban evaluadas; como se explicó más arriba, posteriormente se establecieron nuevas medidas de seguridad física para el transporte de fuentes radiactivas.

CUADRO I-9. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA TRANSICIÓN A UNA SITUACIÓN DE EXPOSICIÓN PLANIFICADA: ESTUDIO DE CASO DE HUEYPOXTLA (cont.)

Requisito específico	Situación con respecto al requisito
<p>¿Se requerían procedimientos administrativos para limitar o prevenir el uso o la manipulación de la fuente hasta que se hubieran comprendido mejor las circunstancias que habían causado la emergencia?</p>	<p>La vida útil de la fuente radiactiva relacionada con el incidente terminó tras la recuperación y la fuente fue tratada como desecho radiactivo. Por lo tanto, no hubo necesidad de establecer ninguna medida administrativa de esa índole, aparte de las aplicadas durante el proceso de recuperación.</p>
<p>¿Estaba confirmado el cumplimiento de los requisitos relativos a los límites de dosis para la exposición del público en situaciones de exposición planificada?</p>	<p>Todas las operaciones de recuperación se habían realizado sin superar los límites de dosis para la explotación normal. En la gestión de la fuente radiactiva como desecho radiactivo se habían seguido las normas nacionales para la explotación normal.</p>

REFERENCIAS DEL ANEXO I

- [I-1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Fukushima Daiichi Accident, Technical Volume 3/5: Emergency Preparedness and Response, IAEA, Vienna (2015).
- [I-2] INVESTIGATION COMMITTEE OF THE ACCIDENT AT THE FUKUSHIMA NUCLEAR POWER STATIONS OF TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY, Interim Report, Cabinet Secretariat of the Government of Japan (2011), <http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/eng/interim-report.html>
- [I-3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, *Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*, Publicación ICRP-103, editada por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) con la autorización de la ICRP, Senda Editorial S.A., Madrid, 2008.
- [I-4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations, Publication 109, Elsevier, Oxford (2009).
- [I-5] Act on Special Measures Concerning Nuclear Emergency Preparedness, Act No. 156 of 1999, as last amended by Act No. 118 of 2006 (Japan), <http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/hourei/data/ASMCNEP.pdf>
- [I-6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *El accidente de Fukushima Daiichi*: Informe del Director General, OIEA, Viena, 2015.
- [I-7] TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY, Roadmap towards Restoration from the Accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (2011), http://www.meti.go.jp/english/speeches/pdf/20110417_a.pdf
- [I-8] MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS, SCIENCE AND TECHNOLOGY, Plan to Conduct Detailed Monitoring in Restricted Area and Planned Evacuation Zone (2011), http://www.mext.go.jp/component/english/_icsFiles/afieldfile/2011/06/29/1304084_0613.pdf
- [I-9] NUCLEAR EMERGENCY RESPONSE HEADQUARTERS, Additional Report of the Japanese Government to the IAEA: The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations, Second Report, Government of Japan, Tokyo (2011).
- [I-10] FUKUSHIMA PREFECTURE, Terms of Reference of the Committee for the Fukushima Health Management Survey (2011) (in Japanese), <http://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/65128.pdf>
- [I-11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Fukushima Daiichi Accident, Technical Volume 4/5: Radiological Consequences, IAEA, Vienna (2015).
- [I-12] FUKUSHIMA MEDICAL UNIVERSITY, Report of the Fukushima Health Management Survey: Revised Version (2016), http://fmu-global.jp/download/report-of-the-fukushima-health-management-survey-in-english_revised-2/?wpdmdl=1914

- [I-13] NUCLEAR SAFETY COMMISSION, Basic Policy of the Nuclear Safety Commission of Japan on Radiation Protection for Termination of Evacuation and Reconstruction (2011),
http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/NSCenglish/geje/20110719suggest_4.pdf
- [I-14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Fukushima Daiichi Accident, Technical Volume 5/5: Post-accident Recovery, IAEA, Vienna (2015).
- [I-15] NUCLEAR EMERGENCY RESPONSE HEADQUARTERS, Report of the Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety: The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations, Government of Japan, Tokyo (2011).
- [I-16] MINISTRY OF AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES, Actions such as Shipment Restraint due to the Accident (as of April 26) (2011),
http://www.maff.go.jp/e/quake/press_110426-3.html
- [I-17] NUCLEAR SAFETY COMMISSION, Near-term Policy to Ensure the Safety in Treating and Disposing Contaminated Waste around the Site of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plants, NSC, Tokyo (2011).
- [I-18] Act on Special Measures Concerning the Handling of Environment Pollution by Radioactive Materials Discharged by the NPS Accident Associated with the Tohoku District — Off the Pacific Ocean Earthquake that Occurred on March 11, 2011, Act No. 110 of 2011 (Japan),
http://josen.env.go.jp/en/framework/pdf/special_act.pdf?20130118
- [I-19] MINISTRY OF THE ENVIRONMENT, Basic Principles of the Act on Special Measures Concerning the Handling of Environment Pollution by Radioactive Materials Discharged from the Nuclear Power Station Accident Associated with the Tohoku District — Off the Pacific Ocean Earthquake that Occurred on March 11, 2011 (2011),
http://josen.env.go.jp/en/framework/pdf/basic_principles.pdf
- [I-20] NUCLEAR EMERGENCY RESPONSE HEADQUARTERS, Basic Policy for Emergency Response on Decontamination Work (2011),
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/genshiryoku/dai19/19_03_gensai.pdf
- [I-21] INVESTIGATION COMMITTEE ON THE ACCIDENT AT THE FUKUSHIMA NUCLEAR POWER STATIONS OF TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY, Final Report, Cabinet Secretariat of the Government of Japan (2012),
<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/eng/final-report.html>
- [I-22] MAEDA, M., OE, M., Mental health consequences and social issues after the Fukushima disaster, *Asia Pac. J. Public Health* **29** 2S (2017) 36S–46S.
- [I-23] Act on Emergency Measures Related to Damage Caused by the 2011 Nuclear Accident, Act No. 91 of 2011 (Japan).
- [I-24] Nuclear Damage Compensation Facilitation Corporation Act, Act No. 94 of 2011 (Japan).
- [I-25] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Japan's Compensation System for Nuclear Damage (2012),
<http://www.oecd-nea.org/law/fukushima/7089-fukushima-compensation-system-pp.pdf>

- [I-26] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *El accidente radiológico de Goiânia*, OIEA, Viena, 1990.
- [I-27] HUNGARIAN ATOMIC ENERGY AUTHORITY, Report to the Chairman of the Hungarian Atomic Energy Commission on the Authority's Investigation of the Incident at Paks Nuclear Power Plant on 10 April 2003 (2003),
[http://www.oah.hu/web/v3/HAEAPortal.nsf/7860FD50CC2E8C5FC1257C5C00381618/\\$FILE/haecreport041003_corrected.pdf](http://www.oah.hu/web/v3/HAEAPortal.nsf/7860FD50CC2E8C5FC1257C5C00381618/$FILE/haecreport041003_corrected.pdf)
- [I-28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Report of the Expert Mission 'To Assess the Results of the Hungarian Atomic Energy Authorities Investigation of the 10 April 2003 Fuel Cleaning Incident at Paks NPP', 16–25 June 2003,
[http://www.oah.hu/web/v3/HAEAPortal.nsf/38B3D1CA0878305CC1257C5C00380641/\\$FILE/iaeaexpertmission2003.pdf](http://www.oah.hu/web/v3/HAEAPortal.nsf/38B3D1CA0878305CC1257C5C00380641/$FILE/iaeaexpertmission2003.pdf)
- [I-29] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Report of the OSART (Operational Safety Review Team) Mission to the Paks Nuclear Power Plant, Hungary, 8 to 25 October 2001, IAEA, Vienna (2001).
- [I-30] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, OECD-IAEA Paks Fuel Project: Final Report, IAEA, Vienna (2010).
- [I-31] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Clasificación de las fuentes radiactivas, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.9*, OIEA, Viena, 2009.

Anexo II

FACTORES QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA EN LA JUSTIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN

II-1. Muchos factores, radiológicos y no radiológicos, influyen en la variedad de medidas protectoras y otras medidas de respuesta que se incluyen en la estrategia de protección para una emergencia nuclear o radiológica. Respecto de cada uno de estos factores, puede ser necesario que diferentes organizaciones y órganos contribuyan a los procesos de adopción de decisiones. En el cuadro que sigue se enumeran varios de estos factores, a fin de ayudar a los encargados de la planificación y la adopción de decisiones con respecto a las emergencias a determinar las organizaciones y partes interesadas pertinentes que tienen que estar preparadas para contribuir a la elaboración y ejecución de una estrategia de protección justificada y optimizada, y que deberían integrarse en esa labor, según proceda, como se describe en la sección 4.

II-2. El cuadro II-1 se basa en las orientaciones proporcionadas en las Directrices y Recomendaciones Nórdicas¹ sobre los factores que influyen en la elección de las medidas protectoras, especialmente en la fase intermedia². La lista de factores enumerados en el cuadro no es en modo alguno exhaustiva, pero puede servir de punto de partida para confeccionar una lista nacional de los factores que deben tenerse en cuenta al justificar y optimizar la estrategia de protección en la etapa de preparación. La lista podría utilizarse también en la fase de transición de una emergencia nuclear o radiológica.

¹ AUTORIDAD DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA Y NUCLEAR (FINLANDIA), AUTORIDAD ISLANDESA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA, AUTORIDAD NORUEGA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, AUTORIDAD SUECA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA, INSTITUTO NACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA (DINAMARCA), ORGANISMO DANÉS DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS, *Protective Measures in Early and Intermediate Phases of a Nuclear or Radiological Emergency: Nordic Guidelines and Recommendations* (2014), <http://www.nrpa.no/filer/56bc06c397.pdf>.

² El concepto de ‘fase intermedia’ utilizado en las Directrices y Recomendaciones Nórdicas (véase la nota a pie de página anterior) equivale aproximadamente a la fase de transición, tal como se utiliza en la presente Guía de Seguridad.

CUADRO II-1. RECOPIACIÓN DE FACTORES QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA EN LA JUSTIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN

Categoría	Factores
Objetivos generales	<p>Objetivos de la respuesta de emergencia</p> <p>Objetivo principal de la finalización de la emergencia</p> <p>Principales requisitos para la finalización de una emergencia</p> <p>Requisitos específicos para la finalización de una emergencia</p>
Legislación y reglamentos	<p>Criterios para la aplicación de medidas protectoras y otras medidas de respuesta:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Criterios genéricos — Criterios operacionales (niveles de intervención operacional, niveles de actuación de emergencia, condiciones observables) <p>Nivel de referencia para una situación de exposición de emergencia</p> <p>Medidas para proteger a los trabajadores de emergencias, incluidos los valores orientativos para la restricción de la exposición de estos trabajadores en la respuesta a una emergencia</p> <p>Otros requisitos y orientaciones para las situaciones de exposición planificada, de emergencia y existente, respectivamente</p> <p>Compromisos contraídos en virtud de los instrumentos internacionales o acuerdos bilaterales y multilaterales pertinentes en relación con las emergencias transnacionales o transfronterizas</p>
Naturaleza de la situación de exposición de emergencia	<p>Radionucleidos de interés</p> <p>Actividades y peligros conexos</p> <p>Evolución prevista de la situación</p> <p>Ubicación y tamaño de la zona afectada</p> <p>Número de personas expuestas</p> <p>Medidas de respuesta a la emergencia aplicadas durante las fases de respuesta urgente y temprana</p>

CUADRO II-1. RECOPIACIÓN DE FACTORES QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA EN LA JUSTIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN (cont.)

Categoría	Factores
Protección radiológica	<p>Situación radiológica:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Escenario de la exposición y principales vías de exposición — Contaminación del entorno habitado (tasas de dosis, concentraciones de actividad en la superficie, concentraciones de actividad en las muestras) — Contaminación de los alimentos, la leche y el agua para beber — Contaminación de productos no alimentarios <p>Dosis para la población (dosis proyectadas, dosis recibidas, dosis residuales)</p> <p>Dosis para los trabajadores de emergencias y los ayudantes en la emergencia</p> <p>Efectos en la salud causados por la radiación</p> <p>Necesidad de seguimiento médico</p>
Tiempos	<p>Urgencia de la aplicación de medidas protectoras eficaces</p> <p>Tiempo requerido para la aplicación de medidas protectoras</p> <p>Duración de las medidas protectoras</p> <p>Escala de tiempo en que se recibirán las dosis</p>
Eficiencia	<p>Viabilidad de las medidas (p. ej., limitaciones relacionadas con la estación del año o las condiciones meteorológicas, incluidos los peligros meteorológicos)</p> <p>Reducción de la exposición y la contaminación, teniendo en cuenta un nivel de referencia prestablecido</p> <p>Limitaciones (técnicas, sociales, ambientales, económicas)</p> <p>Aceptabilidad de las medidas protectoras</p> <p>Interacción de diferentes medidas</p>

CUADRO II-1. RECOPIACIÓN DE FACTORES QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA EN LA JUSTIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN (cont.)

Categoría	Factores
Recursos	<p>Disponibilidad de recursos humanos</p> <p>Necesidades de capacitación, conocimientos y competencias</p> <p>Disponibilidad de materiales (camiones, autobuses, maquinaria, etc.)</p> <p>Disponibilidad de recursos financieros</p> <p>Disponibilidad de agentes para el bloqueo de la tiroides</p> <p>Disponibilidad de productos químicos y otros medios/recursos para la descontaminación y decoración</p> <p>Disponibilidad de infraestructura y servicios (p.ej., para la reubicación de las personas; el tratamiento, el almacenamiento y la disposición final de los desechos; la reconversión del uso de la tierra y la modificación de los procesos industriales; y el seguimiento médico y apoyo psicosocial a más largo plazo)</p> <p>Disponibilidad de apoyo logístico</p>
Aspectos ambientales	<p>Tipo de zona afectada: urbana, recreativa, industrial, agrícola, forestal, etc.</p> <p>Tipo de superficie: edificios, carreteras, suelo agrícola o forestal, etc.</p> <p>Localización geográfica (costa, montañas, etc.) y geología de la zona</p> <p>Efecto indirecto (p. ej., uso de la tierra para otros fines)</p>
Aspectos económicos	<p>Costos directos de la ejecución de las medidas de respuesta a la emergencia</p> <p>Costos indirectos relacionados con el impacto de las consecuencias de la emergencia (p. ej., costos de gestión de los desechos generados en la emergencia nuclear o radiológica)</p> <p>Cuestiones relativas a la indemnización</p> <p>Interrupciones del comercio internacional</p> <p>Respuesta prevista del mercado y evolución futura</p>

CUADRO II-1. RECOPIACIÓN DE FACTORES QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA EN LA JUSTIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN (cont.)

Categoría	Factores
Aspectos sociales y éticos	<ul style="list-style-type: none"> Perturbación de las condiciones de vida Reducción de la esperanza de vida a causa del estrés (p. ej., debido al reasentamiento) Efectos en la salud mental y el bienestar Efectos psicosociales Posibilidad de medidas de autoayuda públicas Retroinformación de las partes interesadas sobre sus preocupaciones Aspectos socioeconómicos, incluidas las cuestiones relacionadas con la confianza pública y la credibilidad de las autoridades Necesidad de los servicios públicos ordinarios (transporte, tiendas, atención médica, educación, etc.)
Desechos	<ul style="list-style-type: none"> Producción de desechos radiactivos y su relación con las medidas de respuesta a la emergencia Tipos de desechos y opciones para su caracterización Opciones para la gestión previa a la disposición final y para la minimización del volumen de desechos Instalaciones y prácticas de gestión de desechos disponibles

COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y LA REVISIÓN

Aaltonen, H.	Autoridad de Seguridad Radiológica y Nuclear (Finlandia)
Asfaw, K. E.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Baciu, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Bana, J.	MVM Paks Nuclear Power Plant Ltd. (Hungria)
Blackburn, C. M.	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Boemeke, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Buglova, E.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Carr, Z.	Organización Mundial de la Salud
Chen, S.-Y.	Instituto Tecnológico de Illinois, Consejo Nacional de Protección y Medidas Radiológicas (Estados Unidos de América)
Ching Chi, L.	Observatorio de Hong Kong (China)
Dodeman, J.-F.	Autoridad de Seguridad Nuclear (Francia)
Gaunt, M.	Organización Internacional del Trabajo, Organización Internacional de Empleadores
Gibbs, E.	Departamento de Salud Radiológica, Ministerio de Salud (Panamá)
Gioia, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
González, A. J.	Autoridad Regulatoria Nuclear (Argentina)
Grant, J. D.	Comisión Reguladora Nuclear (Estados Unidos de América)
Grzechnik, M.	Agencia Australiana de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear (Australia)
Hall, C.	EDF Energy (Reino Unido)
Herrera Reyes, E. D.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Homma, T.	Organismo de Energía Atómica del Japón (Japón)
Hussain, M.	Comisión de Energía Atómica del Pakistán (Pakistán)
Johansson, J.	Autoridad Sueca de Seguridad Radiológica (Suecia)

Kalinowski, M.	Comisión Preparatoria de la Organización del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares
Krishnamurthy, P. R.	Junta Reguladora de la Energía Atómica, Departamento de Energía Atómica (India)
Krottmayer, M.	Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja
Kumano, Y.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Macsuga, G.	Autoridad de Energía Atómica de Hungría (Hungría)
Martincic, R.	Organismo Internacional de Energía Atómica
McMahon, C.	Agencia de Protección Ambiental (Irlanda)
Metzger, I.	MVM Paks Nuclear Power Plant Ltd. (Hungría)
Nestoroska Madjunarova, S.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Nikalayenka, A.	Centro Republicano Científico-Práctico de Higiene (Belarús)
Niu, S.	Organización Internacional del Trabajo
Perrin, M. L.	Autoridad de Seguridad Nuclear (Francia)
Rauber, D.	Oficina Federal de Protección Civil (Suiza)
Robinson, C.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Romero Arriola, E. C.	Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (México)
Schultheisz, D.	Agencia de Protección Ambiental (Estados Unidos de América)
Shimba Yamada, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Sigouin, L.	Comisión Canadiense de Seguridad Nuclear (Canadá)
Soares, A.	Organización Meteorológica Mundial
Van Ommeren, M.	Organización Mundial de la Salud
Vandecasteele, C.	Agencia Federal de Control Nuclear (Bélgica)
Vilar Welter, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Wagner, E.	National Security Technologies (Estados Unidos de América)
Weiss, W.	Oficina Federal de Protección Radiológica (Alemania)
Zodiates, A. M.	Organización Internacional del Trabajo, Confederación Sindical Internacional



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Nº 26

PEDIDOS DE PUBLICACIONES

Las publicaciones de pago del OIEA pueden adquirirse a través de los proveedores que se indican a continuación o en las principales librerías locales.

Los pedidos de publicaciones gratuitas deben hacerse directamente al OIEA. Al final de la lista de proveedores se proporcionan los datos de contacto.

AMÉRICA DEL NORTE

Bernan / Rowman & Littlefield

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, EE. UU.

Teléfono: +1 800 462 6420 • Fax: +1 800 338 4550

Correo electrónico: orders@rowman.com • Sitio web: www.rowman.com/bernan

RESTO DEL MUNDO

Póngase en contacto con su proveedor local de preferencia o con nuestro distribuidor principal:

Eurospan Group

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

Londres EC1R 5DB

Reino Unido

Pedidos comerciales y consultas:

Teléfono: +44 (0)176 760 4972 • Fax: +44 (0)176 760 1640

Correo electrónico: eurospan@turpin-distribution.com

Pedidos individuales:

www.eurospanbookstore.com/iaea

Para más información:

Teléfono: +44 (0)207 240 0856 • Fax: +44 (0)207 379 0609

Correo electrónico: info@eurospangroup.com • Sitio web: www.eurospangroup.com

Los pedidos de publicaciones, tanto de pago como gratuitas, pueden enviarse directamente a:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta

Organismo Internacional de Energía Atómica

Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

Teléfono: +43 1 2600 22529 o 22530 • Fax: +43 1 26007 22529

Correo electrónico: sales.publications@iaea.org • Sitio web: www.iaea.org/publications

